




39

سلسلة كتب ثقافية شهرية يصدرها المجلس الوطني للثقافة والفنون والآداب - الكويت

# ارتقاء الانسان

تأليف: ج. برونوفسكي

ترجمة: د. موفق شخاشيرو

مراجعة: زهير الكرمي




سلسلة كتب ثقافية شهرية يصدرها المجلس الوطني للثقافة والفنون والآداب ـ الكويت

صدرت السلسلة في يناير 1978 بإشراف أحمد مشاري العدواني 1923 ـ 1990

39

# ارتقاء الانسان

تأليف: ج. برونوفسكي

ترجمة: د. موفق شخاشيرو

مراجعة: زهير الكرمي



مارس 1981

# المحتوى

المحتوى
المحتوى
المحتوى

المحتوى

## تنويه

يود المجلس الوطني للثقافة والفنون والآداب أن يشير إلى الجهد الخاص الذي اقتضته مراجعة هذا الكتاب. ذلك لأن مؤلف الكتاب عالم وأديب ومؤرخ واسع الثقافة، وقد جاء كتابه شاملا لهذه الميادين كلها، بكل ما تتضمنه من مصطلحات خاصة وتعبيرات فنية دقيقة.

ولقد كان من الطبيعي أن تكون ترجمة كتاب كهذا عملا يفوق قدرة أي باحث واحد. ومن ثم فإن المجلس-إدراكا منه لهذه الحقيقة-قد كلف الأستاذ زهير الكرمي بمراجعة الترجمة التي بذل فيها الدكتور موفق شخاشيرو أقصى ما يملك من جهد، وقد اضطلع الأستاذ الكرمي بهذه المهمة بكفاءة واقتدار، وكان الجهد الذي بذله فيها يفوق بكثير جهد المراجع بالمعنى المألوف، بل انه لم يكن يقل عن جهد المترجم الأصلي.

ويعرب المجلس عن تقديره لروح التعاون وإنكار الذات التي أبداها كل من أسهم في إخراج هذا الكتاب في صورته النهائية.

**أحمد مشاري العدواني**
**الأمين العام**

# مقدمه

وضعت خطة هذا الكتاب الأولى في الشهر السابع من عام 1969، وتم تصوير آخر جزء من فيلم السلسلة التلفزيونية التي عملت تحت عنوان هذا الكتاب في الشهر الأخير من عام 1972. ومهمة بهذه الضخامة لا يتنكبها المرء بخفة، رغم ما تثيره فيه من إحساس مدهش بالحيوية والحبور. ذلك أنها تتطلب جهداً وعزماً لا يلين، وفاعلية فكرية لا تنضب. وبالتالي تستلزم انغماساً كلياً في موضوع كان علي أن أتأكد من قدرتي على الاستمرار فيه برغبة وسرور. فثملاً تطلب ذلك مني تأجيل بعض الأبحاث التي كنت قد بدأتها قبلاً، وأشعر بأن علي أن أبين السبب الذي دفعني لذلك.

في العشرين عاماً الأخيرة حدث تغير في أولويات ما يُعني به العلم، فبعد أن كان الاهتمام مركزاً حول العلوم الطبيعية، انتقل هذا التركيز نحو علوم الحياة. ونتيجة لذلك اتجه العلم اكثر واكثر نحو الفردية أو دراسة الفرد. ولا يكاد المراقب يعي ما يقوم به العلم في هذا العصر في مجال إحداث أثر بعيد المدى في تغيير صورة مفهوم الإنسان. وكمختص في الرياضيات وتطبيقاتها الفيزيائية كان يمكن أن أبقى-أنا أيضاً-جاهلاً بهذه التطورات لولا سلسلة من المصادفات السعيدة التي دفعتني نحو علوم الحياة وأنا في منتصف العمر. وإني لمدين للحظ السعيد الذي أدخلني رحاب علمين رئيسيين في مدى عمر واحد. وبالرغم من أني لا

أعرف من أدين له بهذا الفضل، إلا أنني أعتبر كتابي هذا سداداً لهذا الدين وعرفاناً بهذا الجميل.

وكانت هيئة الإذاعة البريطانية قد دعتني إلى أن أقدم موضوع تطور العلوم في سلسلة برامج تلفزيونية تماثل تلك التي قام بها اللورد كلارك حول موضوع الحضارة. والتلفزيون وسيط ممتاز لعرض الأفكار من عدة وجوه: فهو ذو أثر قوي وسريع على العين، وقادر على نقل المشاهد حسياً إلى الأماكن والحوادث التي يجري وصفها، وهو-بعد-ذو طابع تحادثي إلى الحد الذي كل المشاهد يحس بأن ما يراه ليس مجرد أحداث بل أفعال أناس. وهذه الميزة الأخيرة هي-في رأيي-أكثرها إقناعا، وهي التي دفعتني إلى قبول هذه المهمة التي تتضمن حسب أفكاري ومعتقداتي العلمية في سلسلة برامج تلفزيونية. وبمعنى آخر، أعتقد أن المعرفة بشكل عام، والعلم بشكل خاص، ليسا عبارة عن أفكار مجردة، بل هما أفكار من صنع البشر، وقد كان ذلك منذ بداية المعرفة وحتى آخر النماذج العلمية الخاصة. ولذلك فإنه يجب أن يُبين بوضوح لا لبس فيه أن المفاهيم والأفكار الأساسية التي جلت أسرار الطبيعة قد انبثقت-منذ القديم وفي أبسط الثقافات-من قدرات الإنسان الذاتية والخاصة. وأن تطور العلم بالتالي، الذي يصل بينها في روابط متزايدة التعقيد، إنما هو بالمثل عمل إنساني. بمعنى أن جميع الاكتشافات العلمية هي من منجزات البشر، وليست مجرد نتاج عقلي. ولذا فهي منجزات حية، وتحمل سمة الأفراد الذين حققوها. ولا خير في التلفزيون إذا لم نستطع بوساطته تجسيد هذه الأفكار.

إن توضيح الأفكار ونشرها-على أية حال-جهد فردي خاص وحميم. وهذا الأمر صفة مشتركة بين التلفزيون والكتاب المطبوع. فالتلفزيون-بعكس المحاضرة والفيلم السينمائي-ليس موجهاً في الأصل نحو جمهور كبير. بل يتوجه نحو شخصين أو ثلاثة موجودين في غرفة وبذا يتخذ شكل محادثة وجهاً لوجه ذات اتجاه واحد على الأغلب. والتلفزيون بذلك يشبه الكتاب، إلا أنه أكثر قرباً و بساطة وأشبه بأسلوب سقراط من الكتاب. وكشخص مهتم ومنشغل الآن بالتيارات الفلسفية الكامنة وراء أصول المعرفة، أرى أن هذه الصفة هي أهم خاصة مميزة للتلفزيون، وهي التي ستجعل منه قوة فكرية مؤثرة ومقنعة كالكتاب، ولكن للكتاب ميزة تعطيه حرية إضافية: فهو

غير مرتبط بزمن محدد بدءاً وانتهاء، كما هو الحال بالنسبة للحديث المقول (في التلفزيون).. فقارئ الكتاب يستطيع أن يفعل ما لا يستطيعه المشاهد كأن يتوقف عن القراءة، ويفكر فيما قرأ، ويعود إلى صفحات سابقة، ويعيد قراءة نقاش ما، ثم يقارن حقيقة أو واقعة معينة بأخرى، وبشكل عام بوسعه تفهم تفاصيل الأدلة دون أن يضيع عليه ذلك متابعة الفكرة. وقد استفدت من هذه الخاصة حيثما أمكنني عند وضع هذا الكتاب بأن أضفت على الورق إيضاحات لما قيل في سلسلة البرامج التلفزيونية. وقد تطلب ما قيل في تلك البرامج مقداراً كبيراً من البحث والتمحيص، الأمر الذي قاد بدوره إلى كشف كثير من الترابطات والأمور الغريبة غير المتوقعة. ومن حسن الحظ أنه أمكن تضمين هذا الكتاب قدراً كبيراً من ثراء تلك الأبحاث ونتائجها. وكان بودي لو أمكنني أن أفعل اكثر من ذلك، وأن أضمنه صفحات واقتباسات تفصيلية من نصوص المصادر التي استند إليها، ولكن ذلك كان سيجعل منه كتاباً أكاديميا موجهاً للطلاب وليس للقارئ العام.

و ينبغي التنويه هنا إلى أنني عندما نقلت النصوص التلفزيونية إلى هذا الكتاب، حاولت نقل الكلمات والعبارات كما قيلت في تلك النصوص، وذلك لسببين: الأول أنني أردت أن أحفظ تلقائية الفكر وعفويته التي تتجلى في الكلام المقول، وهو الأمر الذي حرصت عليه بشدة حيثما ذهبت (ولنفس السبب اخترت الذهاب إلى كثير من الأماكن التي كانت جديدة بالنسبة لي كجدتها بالنسبة للمشاهد). والسبب الثاني، وهو اكثر أهمية، أنني أردت أن أضمن تلقائية وعفوية المناقشة. ذلك أن المناقشة الكلامية العفوية غير مصطنعة وليست ذات قالب رسمي ولذا تدفع المشاهد للبحث والتقصي، كما تتميز بأنها تصل إلى لب الموضوع وتظهر أهميته وإثارته وجدته. وكذلك تشير إلى طريق الحل واتجاهه، لأنك تلمح على الرغم من بساطتها أن المنطق المستخدم فيها سليم ومستقيم. وبالنسبة لي يكون هذا القالب الفلسفي للمناقشة أساس العلم، ولا يجوز أن يحجب النور عنه أي شيء.

إن محتوى هذه المقالات أو الأحاديث أوسع في الحقيقة من حقل العلم الرحب، وكان علي أن أجد لها عنواناً آخر غير ارتقاء الإنسان لولا أن في ذهني خطوات أخرى في تطور البشرية الفكري. وطموحي في هذا المجال،

كما هو الأمر في كتبي الأخرى العلمية منها والأدبية، هو خلق فلسفة للقرن العشرين تكون وحدة متكاملة. فهذه السلسلة، كما هو الحال في الكتب الأخرى، تقدم فلسفة لا تاريخاً، وعلى التعيين فلسفة الطبيعة لا فلسفة العلم. إن موضوعها يشمل المفهوم المعاصر لما كان يسمى سابقاً بالفلسفة الطبيعية.... وفي اعتقادي أننا الآن في مرحلة ذهنية مناسبة تؤهلنا لوضع هذه الفلسفة اكثر من أي وقت مضى خلال القرون الثلاثة الماضية. و يعود ذلك إلى أن الاكتشافات الحديثة في بيولوجيا الإنسان قد وجهت التفكير العلمي وجهة جديدة بحيث تحول الفكر العلمي من دراسة الخصائص العامة إلى الخصائص الفردية، وذلك لأول مرة منذ أن فتح عصر النهضة باب المعرفة المطل على العالم الطبيعي.

ولا يمكن أن توجد فلسفة، كما لا يمكن أن يوجد علم يستحق أن يسمى كذلك، بدون الإنسانية. وكل ما أرجوه أن يكون هذا المفهوم واضحاً في هذا الكتاب. وفي رأيي أن فهم الطبيعة لابد أن يتخذ له هدفاً وهو فهم الطبيعة الإنسانية وفهم الوضع الإنساني ضمن إطار الطبيعة.

إن تقديم وجهة نظر في الطبيعة في إطار هذه السلسلة من البرامج التلفزيونية يمثل تجربة بقدر ما هو مغامرة. وأنا شاكر لكل من جعل التجربة والمغامرة أمرين ممكنين.. وأنا مدين أولاً وقبل كل شيء لمعهد سالك للدراسات البيولوجية الذي دعم منذ أمد طويل أبحاثي في موضوع الخاصية الإنسانية، كما منحني إجازة أكاديمية مدتها عام لتصوير برامج السلسلة التلفزيونية.. كما أني مدين ديناً كبيراً لهيئة الإذاعة البريطانية والهيئات المتعاونة معها وبشكل خاص مميز للسيد أوبرى سنجر الذي كان أول من فكر في موضوع هذه السلسلة وظل يلح علي بقبول هذه المهمة عامين كاملين حتى اقتنعت بالفكرة وقبلت.

إن قائمة الذين ساعدوني في إنجاز هذه المهمة طويلة وتحتاج إلى صفحات كثيرة فلهم جميعاً شكري الخالص.

**ج. برونوفسكي**

**لايولا - كاليفورنيا**

**أغسطس 1973**

# ١ حصاد الفصول

إن تاريخ الإنسان مقسم بشكل غير متكافئ. فقد عاش الإنسان ما لا يقل عن مليون عام وهو يهيم على وجهه في مجموعات أسرية يجمع غذاءه من ثمار النبات البري ويصيد أحيانا بعض الحيوان ليأكله نيئا مع أسرته، وكانت معيشته هذه أقرب إلى معيشة الحيوان. ثم هناك التاريخ الثقافي للإنسان، ويشمل الانطلاقة الحضارية الضخمة التي تفصلنا عن بعض القبائل البدائية التي لا تزال تعيش معتمدة على الصيد في أفريقيا، أو القبائل التي تعيش بجمع الغذاء من البيئة في استراليا. وقد استغرق هذا التطور الحضاري عدة آلاف من السنين فقط، ويمكن القول أنه بدأ منذ فترة تتراوح بين عشرة آلاف وعشرين ألف عام، وبتحديد اكثر منذ ما يقرب من اثني عشر ألف عام.

وستكون فترة الاثني عشر ألف عام الأخيرة هذه محور حديثي واهتمامي، إذ أنها تتضمن تقريبا جميع مراحل تقدم الإنسان وارتقائه، والبون شاسع في المقياس الزمني بين فترة معيشة الإنسان الأول شبه الحيوانية وفترة التقدم الثقافي. فبينما الفترة الأولى تمتد إلى مليون أو مليوني عام تمتد الفترة

الثانية إلى أقل بكثير من عشرين ألف عام. وفيها تمكن الإنسان من التقدم المذهل من إنسان يعيش معيشة بهيمية بدائية إلى إنسان متحضر لديه حصيلة ثقافية هائلة وخبرات وأهداف طموحه.

إن النقطة المهمة بالنسبة للتطور الحضاري هي مرحلة البداية والانطلاق. والسؤال المطروح في هذا المجال هو: لماذا بدأ التطور الحضاري، الذي جعل الإنسان سيدا على الأرض، منذ فترة قريبة نسبيا ولم يبدأ قبل ذلك؟ فقبل عشرين ألف عام تقريبا كان الإنسان في كل بقاع الأرض التي وصل إليها يهيم ويأكل ما تنبته الأرض أو يصطاد قوته. وكانت أحدث أساليبه أن يظل على مقربة من قطيع متنقل تماما كما لا تزال تفعل قبائل اللاب Lapps السويدية، ثم تغير ذلك قبل عشرة آلاف سنة إذ أخذ الإنسان يدجن بعض الحيوانات و يزرع بعض النباتات، وكان هذا هو التغير الذي انطلقت منه المدنية. ولعله شيء يفوق المعتاد أن ينطلق التحول الحضاري قبل اثني عشر ألف عام فقط. ولابد أن تفجرا غير عادي قد جرى قبل ميلاد المسيح بعشرة آلاف عام. ولكنه كان تفجرا من النوع الهادئ: فقد كان نهاية العصر الجليدي.

ومازال بوسعنا أن نقتنص نظرة كي نلمس التغير في المناطق الجليدية. ففي كل ربيع في أيسلندا يعاد تمثيل ما حدث، غير أن ما حدث كان في كل أوروبا وآسيا عندما تراجع الجليد وكان الإنسان الذي عانى من مصاعب ومشاق لا تعقل وهام على وجهه من أفريقيا خلال مليون العام الماضية ليصارع مصاعب العصر الجليدي قد وجد فجأة-بعد انتهاء هذا العصر-الأرض تزهر والحيوانات تحوم من حوله ويدخل في نوع مختلف من الحياة. وهذا ما يدعي عادة «بالثورة الزراعية». لكنني أعتقد بأن ذلك التحول أعمق وأوسع من ذلك بكثير. إنها ثورة بيولوجية تداخل فيها نمو الزراعة مع تدجين الحيوان ضمن قفزات متتالية، وتحت هذا كان يجري الوعي الحاسم بأن الإنسان يسيطر على بيئته في أهم مظاهرها-ولم يكن ذلك على المستوى الطبيعي بل على مستوى الأحياء-النباتات والحيوانات. ومع كل ذلك جاءت ثورة اجتماعية لا تقل قوة وعنفا. إذ أصبح بمقدور الإنسان أن يستقر، أو بالأحرى أصبح ذلك الاستقرار ضرورة ماسة. وكان على هذا المخلوق-الذي جاب الأرض وهام على وجهه مليونا من السنين-أن يتخذ

قراره الحاسم: هل يتوقف عن حياة البداوة المترحلة ويصبح قرويا؟ وواضح من الكتب المقدسة أن الإنسان دخل في مرحلة مضنية من صراع الضمير قبل أن يتخذ قراره في هذا الشأن. وأعتقد بأن المدنية تعتمد على هذا القرار. أما بالنسبة للأناس الذين لم يتخذوا ذلك القرار الحاسم فلم يبق منهم إلا قلة على قيد الحياة. فثمة قبائل بدو رحل لا تزال تعيش ردة إنسانية هائلة تجوب الأرض من بقعة لأخرى سعيا وراء الكلأ والماء كقبيلة البختياري في إيران وما عليك إلا أن ترافق تلك القبيلة في ترحالها لتدرك بأن المدنية لا يمكن أن تنمو مع الترحال.

إن كل شيء في حياة البدو الرحل ممعن في القدم. فقبائل البختياري في إيران ترحل دائما وحدها دون أن تُلحظ، ومثل غيرهم من البدو الرحل يعتبرون أنفسهم عائلة واحدة، وكأنهم أولاد لأب هو مؤسس القبيلة (وبذات هذه الطريقة كان اليهود يسمون أنفسهم بني إسرائيل أو يعقوب). واسم قبيلة البختياري يعود إلى رجل أسطوري يدعى بختيار كان راعيا أيام المغول. وتبدأ أسطورة أصلهم التي يتناقلونها عن بختيار كما يلي: «وجاء أبو شعبنا-رجل الجبال بختيار-من معاقل الجبال الجنوبية في العصور القديمة وصارت سلالته عديدة بعدد صخور تلك الجبال، كما أصبح شعبه ثريا». ونجد في قصة في الإنجيل صدى مطابقا-يتكرر مرات ومرات-لهذه القصة، إذ أن يعقوب شيخ القبيلة تزوج امرأتين وعمل راعيا سبع سنوات عند كل منهما. وكذلك بختيار فقد كانت له زوجتان رزق من الأولى بسبعة أولاد ومن الثانية بأربعة أولاد. وتكاثرت القبيلة من التزاوج فيما بين أفرادها خشية تفرق الخيام والقطعان. وهكذا كانت هذه القطعان محور الاهتمام الرئيسي عند هذه القبائل، وعند مدبري الزيجات.

وقبل عشرة آلاف سنة من ميلاد المسيح كانت القبائل الرحل تتبع في مسيرها هجرة القطعان البرية الطبيعية. لكنه ليس لقطعان الماعز والغنم هجرة طبيعية. لذا استطاع الإنسان تدجينها منذ عشرة آلاف سنة، ولم يسبق هذه الحيوانات في التدجين سوى الكلب الذي كان يتبع مخيمات البدو الرحل. وعندما دجن الإنسان تلك الحيوانات بدأ يأخذ مسئولية الطبيعة على عاتقه، وهكذا كان عليه أن يقود قطعان هذه الحيوانات العاجزة عديمة الحول.

أما دور المرأة في القبائل الرحل فحدد بشكل ضيق. وقبل كل شيء كانت وظيفة المرأة إنجاب الأطفال الذكور، أما قدوم العديد من الإناث فلم يكن سوى مصيبة مباشرة لأنهن على المدى الطويل يهددن بحدوث كارثة. وفيما عدا ذلك، كانت واجبات المرأة تشمل تحضير الغذاء واللباس. فالمرأة البختيارية مثلا تعجن وتخبز الخبز بالطريقة التي جاءت في الإنجيل أي أقراص من عجين لم يخمر توضع على حجارة ساخنة. ثم تنتظر النساء والفتيات الرجال حتى ينتهوا من طعامهم كي يأكلن. وترتكز حياة النساء كما هو الحال عند الرجال على القطيع، فهن يحلبن إناثه، ويصنعن الزبد واللبن المخيض من الحليب بخضه في قربة من جلد الماعز معلقة على إطار خشبي بدائي ولم يكن لديهن سوى تقنية بسيطة مما كان يمكن حملها معهن في الترحال اليومي من مكان إلى آخر. وهذه البساطة ليست من الرومانسية في شيء، إنها قضية الحفاظ على البقاء. إذ ينبغي أن يكون كل شيء خفيف الوزن كي يسهل حمله، ولكي يجهز بسرعة للاستعمال كل مساء ومن ثم يحزم ثانية كل صباح. فعندما تغزل النساء الصوف بالوسائل البسيطة القديمة، فما ذلك إلا للاستعمال الفوري، كالقيام ببعض الإصلاحات الضرورية للملابس أثناء الترحال، وليس اكثر من ذلك.

وهكذا نجد أنه من المستحيل على الفرد الذي يعيش مع القبائل الرحل المتنقلة أن يقوم بصناعة بعض الأشياء التي لن يحتاج أليها ألا بعد عدة أسابيع. لأنها أشياء يصعب حملها. وفي الواقع فان قبيلة البختياري لا تعرف كيف تتم صناعة مثل تلك الأشياء. فإذا احتاجوا إلى قدور معدنية اشتروها بالمقايضة من السكان المستوطنين أو من الغجر المختصين بصناعتها. فمثلا المسمار والركاب واللعبة وجرس الطفل أشياء تشترى من خارج القبيلة. إن حياة قبائل البختياري ضيقة جدا لدرجة أنها لا توفر لا الوقت ولا المهارة للتخصص. وليس للابتكار مكان لديهم وذلك لعدم توفر الوقت، فهم منهمكون في الترحال المستديم بين الصباح والمساء، ذهابا وإيابا طوال حياتهم. فكيف يمكن والحالة هذه أن يتمكنوا من تطوير جهاز جديد أو فكرة مبدعة، أو حتى نغم جديد. فالعادات الوحيدة التي تبقى معهم هي تلك القديمة عينها، وطموح الابن الوحيد هو أن يصبح كأبيه.

إنها حياة بلا ملامح. فكل ليلة هي نهاية يوم مثل سابقه، وكل صباح

بداية رحلة كالأسد. وعندما ينقضي اليوم فثمة سؤال واحد في تفكير كل فرد: هل يمكن امرار القطيع عبر الممر العالي التالي ؟ ولابد في يوم من أيام الترحال أن يعبر القطيع أعلى ممر، ألا وهو ممر زاديكو، الذي يرتفع اثني عشر ألف قدم، فوق جبال زاغروس. وهنا يترتب على القطيع بشكل أو بآخر أن يشق طريقه عبر قمم تلك الجبال أو أن يلف حولها. وعلى القبيلة الاستمرار في التنقل سعيا وراء الكلأ والماء. لأن العشب الذي يجده الرعاة في بقعة معينة لا يكفي لرعي القطيع لأكثر من يوم واحد في تلك البقاع الشاهقة.

وفي كل عام تعبر قبائل البختياري ست سلاسل من الجبال ذهابا (وتعود تعبرها مرة أخرى في الإياب). ويسيرون عبر الثلوج ومياه فيضان الربيع. وخلال عشرة آلاف عام لم تتغير حياة هذه القبائل إلا في مجال واحد، إذ أنهم كانوا آنذاك ينتقلون مشيا على الأقدام وهم يحملون أمتعتهم على ظهورهم، أما الآن فانهم يحملونها على الخيول والحمير والبغال وقد دجنت خلال مدة عشرة آلاف العام الماضية. وليس ثمة شيء آخر جديد في حياتهم مطلقا، كما وليس هناك ما يستحق التذكر. وليس لدى قبائل البدو الرحل أية نصب تذكارية، ولا حتى لقبور الموتى (أين بختيار، وأين دفن يعقوب؟). إن أكوام الحجارة الوحيدة التي يضعونها إنما هي شارات تدل على الطريق في بعض الأمكنة كتلك التي تدل على «ممر النساء» وهو ممر خطر ومليء بالمزالق ولكن الحيوانات تستطيع عبوره بسهولة اكثر من الممر العالي.

وتعتبر رحلة الربيع لقبائل البختياري مغامرة بطولية، ومع ذلك فرجال هذه القبائل ليسوا أبطالا بقدر ما هم رجال يتحملون الصعوبات بصبر جميل وهم مستسلمون بيأس لأن المغامرة لا تؤدي إلي أية نتيجة. فالمراعي الصيفية التي يقصدونها مع ماشيتهم لن تكون سوى محطات توقف فقط. لقد جهد رب العائلة سبع سنوات-مثلما فعل يعقوب-ليكون قطيعا مؤلفا من خمسين شاة ومعزى. ويتوقع أن يخسر منها عشرة رؤوس أثناء الترحال إذا سارت الأمور على ما يرام. أما إذا ساءت فيمكن أن يفقد عشرين من أصل الخمسين. تلك هي الاحتمالات الممكنة في حياة القبائل الرحل، سنة بعد أخرى. وبعد ذلك عند انتهاء الرحلة لن يكون هناك سوى استسلام يائس

اللوحة رقم (١)






39

سلسلة كتب ثقافية شهرية يصدرها المجلس الوطني للثقافة والفنون والآداب ـ الكويت

# ارتقاء الانسان

تأليف: **ج. برونوفسكي**

ترجمة: **د. موفق شخاشيرو**

مراجعة: **زهير الكرمي**



لا تزال القبائل الرحل تنتقل سعياً وراء الكلأ عبر المسالك الوعرة. وليس لدى هذه القبائل من التقنية سوى تلك التقنية البسيطة التي تستطيع تحملها في تنقلها اليومي من مكان لآخر.

* قطعان الماعز والغنم تنطلق في رحلة هجرة الربيع، وامرأة بختيارية تغزل الصوف.

هائل كما لو كان تقليدا متوارثا. وفي كل عام هناك تساؤل عما إذا كان الطاعنون في السن بعد عبورهم الممرات سيكونون قادرين على مجابهة الاختبار الأخير ونعني به اجتياز نهر بازوفت ؛ ذلك أن ذوبان الثلوج طيلة أشهر ثلاثة قد جعل النهر زاخرا بالمياه، أما رجال القبيلة ونساؤها ففي حالة من الإعياء الشديد وكذلك دوابهم المحملة بالأثقال وقطعانهم الكبيرة. وتستغرق عملية اجتياز النهر يوما بأكمله، ولكن هذا اليوم هو يوم الامتحان الذي يصبح فيه الفتيان رجالا، لأن بقاء القطيع على قيد الحياة وحياة عائلاتهم يعتمدان على قوة سواعدهم. فعبور نهر البازوفت كعبور نهر الأردن تعميد للرجولة. إنها لحظة تتفتح فيها حيوية الحياة عند الشاب الصغير، أما بالنسبة للعجوز الهرم فهي لحظة تؤذن بمغيب الحياة ! وقد يتساءل متسائل عم يحدث للشيوخ العجز عندما لا يتمكنون من عبور النهر الأخير؟ لا شيء البتة ! فهم يبقون حيث هم، بانتظار الموت.

وكلب العائلة وحده تنتابه الحيرة عندما يرى إنسانا يتخلف وراء الركب. أما الإنسان الهرم فيتقبل عادات البدو الرحل ويعرف أنه قد وصل إلى نهاية الرحلة، وليس له مكان في النهاية.

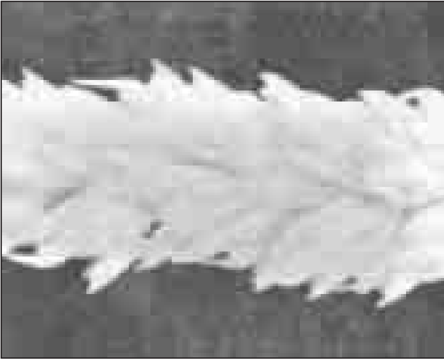
إن أكبر خطوة في ارتقاء الإنسان تكمن في انتقاله من مرحلة البداوة، إلى المرحلة الزراعية وتأسيس القرية. ولكن ما الذي جعل ذلك ممكنا ؟ انه بالتأكيد عمل إرادة وعزيمة أكيدتين من الإنسان. ولكن-مع ذلك-كان هنالك تصرف غريب خفي من جانب الطبيعة. فمع ازدهار الخضرة والنباتات فجأة في نهاية العصر الجليدي، ظهر قمح هجين Hybrid wheat في أماكن عدة من منطقة الشرق الأوسط، وإحدى هذه الأماكن النموذجية كانت الواحة القديمة في أريحا.

وقد وجدت أريحا قبل البدء بمرحلة الزراعة. وأول أناس أتوا إلى هذه المنطقة واستوطنوا فيها بجوار النبع، هم من الذين كانوا يقتاتون القمح البري دون أن يعرفوا كيف يزرعونه. ودليل ذلك أنهم صنعوا أدوات لحصاد هذا القمح البري، وهذا بعد نظر يفوق المعتاد. فقد صنعوا مناجل من الصوان بقيت حتى الآن، وقد وجدها جون غار ستانغ عندما قام بعمليات التنقيب والحفر في هذه المنطقة خلال العقد الرابع من هذا القرن. وكان طرف المنجل القديم هذا يثبت في قطعة من قرن غزال أو عظم.

بعد ذلك لم يعد ينمو على تلال أريحا وسفوحها ذلك القمح البري الذي كان السكان الأوائل يحصدونه، ولكن الأعشاب التي ظلت تنمو بعد القمح هناك كانت دون شك تشبه إلى حد بعيد القمح الذي وجدوه أولا، والذي كانوا يمسكونه بقبضة اليد، ثم يقطعونه بالمنجل بنفس الحركة الحصادية التي استعملها الحصادون منذ ذلك التاريخ مدة عشرة آلاف عام. وهذا ما دعي بالحضارة النتوفية Natufian التي سبقت مرحلة الزراعة. وبالطبع لم تدم تلك الحضارة. لأنها كانت قاب قوسين أو أدنى من أن تصبح حضارة زراعية. وكان ذلك هو الحدث التالي الذي كانت تلال أريحا مسرحا له.

إن نقطة التحول الهامة التي تسببت في انتشار الزراعة في العالم القديم، كانت في ظهور نوعين من القمح لهما سنبلة ضخمة ممتلئة بحبوب القمح. ولم يكن القمح قبل عام 8000 قبل الميلاد النبات الغزير كما نعرفه الآن. فلقد كان مجرد واحد من أنواع الأعشاب البرية العديدة التي كانت تنتشر في بقاع الشرق الأوسط. وعن طريق الصدفة الوراثية حصل تهجين لهذا القمح البري مع كلأ الماعز الطبيعي، وتشكل نتيجة لذلك نبات هجين كثير النتاج. ولابد أن تلك الصدفة قد حدثت عدة مرات، خلال فورة نمو الأعشاب الخضراء اثر انتهاء العصر الجليدي. فما حدث في هذه الصدفة حسب الآلية الوراثية التي توجه عملية النمو، هو أن الصبغيات (الكروموسومات) الأربع عشرة للقمح البري اندمجت مع صبغيات كلأ الماعز الأربع عشرة، وتشكل القمح الآسيوي الأوروبي Emmer ذو الصبغيات الثماني والعشرين. وهذا الدمج هو ما جعل هذا النبات الهجين أكثر امتلاء. وقد انتشر هذا القمح الهجين بشكل طبيعي، لأن حبوب هذا القمح ملتصقة بقشورها داخل السنابل بشكل يمكن الرياح من حمل هذه الحبوب ونشرها. إن كون الهجين شديد الخصوبة أمر نادر ولكنه ليس فريدا في نوعه بين النباتات. غير أن قصة ازدهار النبات، في الحقبة التي تلت العمر الجليدي، أصبحت أغرب، ذلك أن صدفة وراثية ثانية طرأت على القمح الهجين عند زراعته تكرارا. فقد أدى تزاوج هذا القمح الهجين مع كلأ الماعز الطبيعي، مرة ثانية، إلى إنتاج قمح هجين جديد أكبر من الهجين الأول ويحوي اثنين وأربعين صبغيا (كروموسوم)Chromosomes وهذا القمح هو الذي يعرف حاليا بقمح الخبز Bread wheat. وقد كانت تلك الصدفة حادثة غير متوقعة بحد

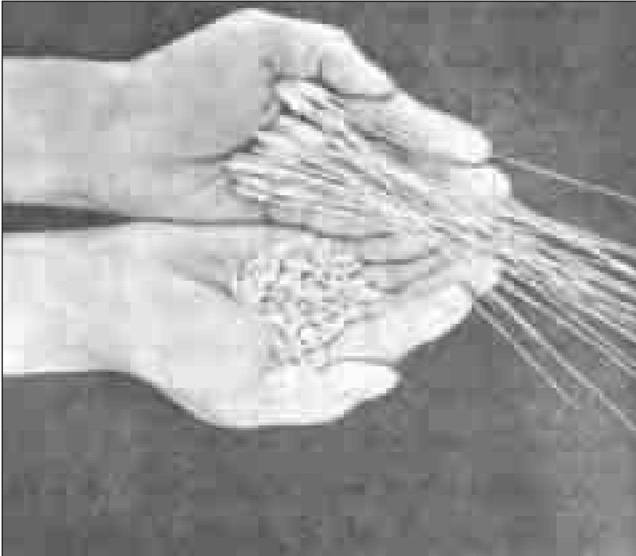
اللوحة رقم (2)

رأس ناضج من القمح، وإزالة القشور عن الحب .

إن نقطة التحول الهامة التي تسببت في انتشار الزراعة في العالم القديم كانت بالتأكيد-ظهور نوعين هجينين من القمح

القمح الآسيوي الأوروبي وحبيبات من قمح الخبز العادي .



ذاتها، ذلك أنه من المسلم به الآن أن قمح الخبز ما كان يمكن أن يكون قادرا على التكاثر لولا حدوث عملية طفرة وراثية في إحدى تلك الصبغيات.

لكن هناك ما هو أكثر غرابة من ذلك. إذ أصبح لدينا الآن سنبلة قمح جميلة رائعة ولكنها لا تستطيع نثر حبوبها بوساطة الريح، وذلك لتماسك حباتها نتيجة كثرة الحبوب فيها وازدحامها. وإذا ما فرطت هذه السنبلة فان قشورها الجافة تطير، وتقع كل حبة إلى الأسفل في المكان الذي نمت فيه. وأود هنا أن أذكر أن هذا مختلف تماما عن القمح البري الأول، أو الهجين البدائي (القمح الآسيوي الأوروبي). ففي هذين النوعين من القمح البدائي تكون السنبلة اكثر انفتاحا ولو كسرت السنبلة فانك تحصل على نتيجة مختلفة تماما، أي أنك تحصل على حبوب تطير مع الرياح. أما قمح الخبز فقد فقَدَ تلك المقدرة. وبذا وفجأة، التقى الإنسان (الراغب في البقاء في مكانه) بالنبات (الذي لا يتطاير بالرياح). فلقد أصبح لدى هذا الإنسان حنطة يقتات بها وأصبحت الحنطة معتمدة على الإنسان لأنه السبيل الوحيد التي يمكن بواسطته أن تتكاثر. ذلك أن قمح الخبز لا يمكن أن يتكاثر إلا بمساعدة الإنسان، إذ يترتب على الإنسان أن يحصد السنابل وينثر حبها. إذن فقد أضحت حياة كل منهما تعتمد على الآخر. وما أشبه هذا الأمر بقصة خرافية من قصص الوراثة، كما لو أن مولد الحضارة قد بورك مسبقا بروح القس جريجور مندل.

إن هذا التوافق السعيد بين الطبيعة والإنسان هو الذي أدى إلى نشوء الزراعة. وفي العالم القديم حدث هذا منذ حوالي عشرة آلاف سنة، وكان ذلك في منطقة الهلال الخصيب من الشرق الأوسط. ولكن ذلك حدث-دون شك-اكثر من مرة. ولعله من المؤكد أن الزراعة ابتدعت مرة أخرى وبشكل مستقل في العالم الجديد-أو هكذا نعتقد حسب الأدلة التي لدينا الآن-ذلك أن زراعة الذرة تحتاج إلى الإنسان [1]، تماما كما هو الحال في القمح. وبالنسبة للشرق الأوسط انتشرت الزراعة فيه هنا وهناك على منحدرات التلال الممتدة غرب أريحا. والاحتمال الأقوى هو أن الزراعة قد بدأت في مناطق متعددة في منطقة الهلال أطيب، وقد تكون بعض تلك البدايات في مناطق أخرى غير أريحا.

ومع ذلك نجد أن لأريحا عدة ملامح تجعلها تاريخيا فريدة في نوعها،

وتضفي عليها سمة رمزية خاص بها. فعلى نقيض الكثير من القرى المنسية في أماكن أخرى، تنتصب أريحا ثابتة كالطود، أقدم من الإنجيل. إنها طبقة فوق طبقة من التاريخ. إنها مدينة !. وكانت هذه المدينة القديمة المعروفة بمياهها العذبة واحة على تخوم الصحراء، تفجر فيها نبعها منذ ما قبل التاريخ وحتى يومنا هذا. وفي هذه البقعة اجتمعت المياه والقمح معا، ومن هذا المنطلق بدأ الإنسان الحضارة هناك والى هذا المكان أيضا قدم البدو الرحل بوجوههم السمراء المغبرة، آتين من الصحراء، متطلعين بغيرة وحسد إلى طريقة الحياة الجديدة. ولهذا السبب أيضا عرج يوسع مع قبائله،-بعد ذلك بكثير-على هذه الواحة الخصيبة، لأن الماء والحنطة يخلقان الحضارة، ويجعلان الأرض تجري بالحليب والعسل. وهكذا نجد الماء والحنطة قد حولت سفوح تلك التلال الجرداء إلى أقدم مدينة في العالم.

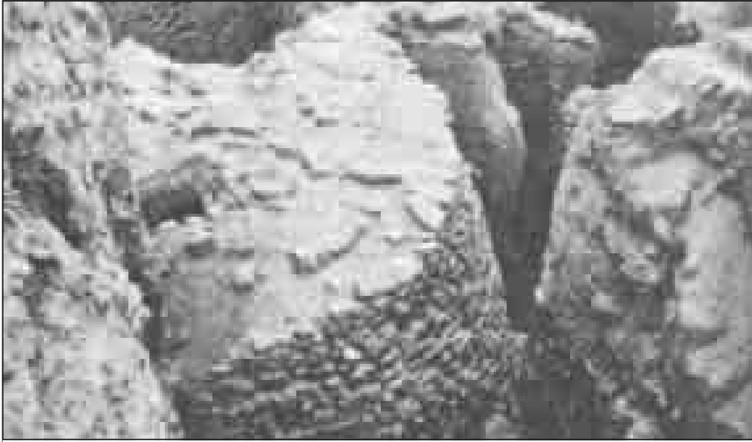
في تلك الحقبة من الزمن طرأ تحول فجائي على مدينة أريحا. فحالما أقام الناس فيها أصبحوا موضع حسد جيرانهم. ونتيجة لذلك اضطر أهلها إلى تحصينها، وحولوها إلى مدينة مسورة وشيدوا لها برجا ضخماً وكان ذلك قبل تسعة آلاف عام. ويبلغ قطر قاعدة ذلك البرج ثلاثين قدما، وهذا يعني أن عمق هذه القاعدة كان ثلاثين قدما أخرى تقريبا. وعند تسلق هذا البرج جانبيا، تكشف الحفريات الأثرية طبقة فوق طبقة تمثل كل منها حضارة غابرة: حضارة ما قبل استعمال الفخار الأولى وحضارة ما قبل استعمال الفخار التالية، ثم مجيء حضارة استعمال الفخار قبل سبعة آلاف عام، والعصر النحاسي الأول، والعصر البرونزي الأول ثم العصر البرونزي المتوسط. فقد جاءت كل من هذه المارات إلى أريحا، وهزمها ثم دفنتها وشيدت لنفسها مدينة فوقها. وهكذا فان هذا البرج لا يقع تحت خمسة وأربعين قدما من التربة، بل يقع تحت خمسة وأربعين قدما من الحضارات الغابرة.

إن مدينة أريحا كيان مصغر للتاريخ، والاحتمال كبير في أن تكتشف في السنوات القادمة أماكن أثرية أخرى (كما اكتشفت فعلاً بعض الأماكن الهامة) قد تغير من الصورة القائمة لدينا عن البدايات الأولى للحضارة، إلا أن أريحا تبقى مدينة فريدة. فمجرد الوقوف في هذه المدينة التاريخية واسترجاع ماضي الإنسان، له أثر عميق في الفكر والعاطفة على السواء.

وعندما كنت شابا في مقتبل العمر، كنا جميعا نعتقد أن السيادة تأتى من سيطرة الإنسان على بيئته الطبيعية. أما الآن فقد أدركنا أن السيادة الحقيقية إنما تعود إلى فهم الإنسان للعالم الحي الذي يعيش فيه، والى قدرته على تشكيل هذا العالم بالشكل الذي يريد. وهكذا بدأ الإنسان مسيرة الحضارة في منطقة الهلال الخصيب، عندما وضع يده على النبات والحيوان، وبتعلمه كيف يعيش معها غير العالم تبعا لحاجاته ومتطلباته. وعندما أعادت كاثلين كنيون اكتشاف برج مدينة أريحا في الخمسينات من هذا القرن، وجدت أن هذا البرج أجوف. وأنا أنظر إلى السلم في تجويف هذا البرج كما لو كان نوعا من الجذر الرئيسي أو كوة صغيرة يرى المرء من خلالها أساس الحضارة وقاعدتها الأولى. وأساس قاعدة الحضارة هو الكائن الحي وليس العالم الطبيعي.

ففي حوالي الألف السادس قبل الميلاد كانت أريحا مستوطنة زراعية كبيرة. وتقدر كاثلين كينيون أن عدد سكانها كان حوالي ثلاثة آلاف، وتبلغ مساحتها داخل السور من ثمانية إلى عشرة أفدنة. وكانت النساء يطحن القمح فيها برحي ثقيل، ووجود أدوات ثقيلة من مميزات المجتمع المستقر (مقارنا بمجتمع البدو الرحل). أما الرجال فكانوا يجبلون الطين بالماء ويشكلون منه لبنات للبناء، وهذه هي أقدم لبنات معروفة في التاريخ. ولا تزال آثار أصابع صانعي اللبنات موجودة عليها حتى الآن. وبذا أصبح الإنسان مرتبطا بموضع ومكان، فمثله في ذلك كمثل قمح الخبز. وفوق ذلك فقد أدى هذا الاستقرار وارتباط الإنسان بالمكان إلى تولد علاقة خاصة مع الأموات. فقد كان أهالي أريحا يحفظون بعض الجماجم ويغطونها بزينات متقنة ودقيقة. ولا أحد يعرف سبب ذلك، اللهم إلا إذا كان الأمر من باب التبجيل والتوقير.

ولا أعتقد أن هنالك أحدا من الذين تربوا مثلي على تراث الكتب السماوية، يستطيع أن يغادر مدينة أريحا دون أن يطرح سؤالين اثنين: هل دمر يوشع هذه المدينة؟ وهل انهارت أسوارها حقا ؟ إن هذين السؤالين هما وراء قدوم الناس إلى رؤية هذا الموقع، وتحويله بالتالي إلى أسطورة حية. وثمة جواب سهل للسؤال الأول: نعم فلقد كانت قبائل يوشع تحارب من أجل دخول الهلال الخصيب الذي يمتد شمالا مع ساحل البحر الأبيض المتوسط،



اللوحة رقم 3
برج أريحا. وهو مبني من الحجارة المرصوفة منذ قبل 7000 عام قبل الميلاد وقد وضعت شبكة حديثة لتغطي المحور المجوف للبرج.

وبعد ذلك شرقا بمحاذاة جبال الأناضول ثم جنوبا نحو نهري دجلة والفرات. وهنا في أريحا كان المفتاح الذي أغلق في وجوههم الطريق إلى جبال السامرة ومن ثم إلى أراضي البحر المتوسط الخصيبة. وهذه هي البقاع التي كان عليهم أن يغزوها، وكان ذلك حوالي عام 1400 ق. م-أي منذ حوالي ثلاثة آلاف وثلاثمائة إلى ثلاثة آلاف وأربع مائة سنة خلت. أما قصة الكتاب المقدس فربما لم تدون إلا حتى عام 700 ق. م، وبذا يعود تاريخ أول سجل مدون عن هذه المدينة إلى حوالي ألفين وستمائة سنة مضت.

ولكن هل انهارت الأسوار حقا؟ لسنا ندري. إذ ليس هناك أي دليل أثري في هذا الموقع يشير إلى أن تلك الأسوار المنتصبة انهارت واستوت مع الأرض غير أن عدة أسوار انهارت في أوقات مختلفة. ففي فترة من العصر البرونزي تم إعادة بناء مجموعة من الأسوار ست عشرة مرة على الأقل لأن هذه البقاع كانت عرضة للزلازل وللهزات الأرضية آنذاك. ولازالت بعض الهزات الأرضية الخفيفة تحدث هنا كل يوم، كما حدثت أربع هزات أرضية كبيرة خلال قرن واحد. ولم يعرف سر تلك الهزات الأرضية التي كانت تحدث في وادي الأردن إلا خلال السنوات القليلة الماضية. فالبحر الأحمر والبحر الميت يقعان على امتداد الأخدود الكبير في شرق أفريقيا. ففي

هذه المنطقة تتواجد-جنبا إلى جنب-الصفيحتان اللتان تحملان القارات وهي تطفو فوق طبقة غلالة الأرض الباطنية وهي أكثف من قشرة الأرض التي تكون القارات. وعندما تنزلق بقوة إحدى الصفيحتين متجاوزة الأخرى على طول ذلك الأخدود، فإن أصداء الهزات والصدمات المنبعثة من الباطن تظهر على سطح الأرض على هيئة زلازل. ونتيجة لذلك، حدثت الزلازل دوما على طول المحور الذي يقع عليه البحر الميت. وذاك، حسب ما اعتقد، السبب في كثرة ورود ذكر المعجزات الطبيعية في الإنجيل. مثل الطوفان القديم، وجفاف البحر الأحمر وظهر الأردن، وانهيار أسرار أريحا.

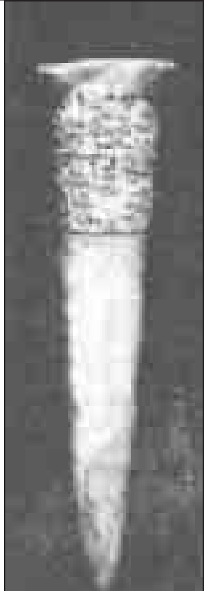
إن الإنجيل تاريخ غريب، جزء منه حكايات شعبية، والجزء الآخر سجل تاريخي.

فالزراعة وإكثار الحيوان عمليتان تبدوان بسيطتين، ولكن الأمر في حقيقته يدل على أن العمليتين لا تقفان جامدتين دون حراك أو تطور. ذلك أن كل مرحلة من مراحل تدجين الحيوان والنبات تتطلب سلسلة من الاختراعات التي تبدأ بابتكار أجهزة ووسائل فنية تقنية ومن هذه تتدفق المبادئ العلمية. إن الوسائل والأجهزة الأساسية التي ابتدعها عقل الإنسان وأصابعه الماهرة موجودة-دون أن يلحظها أحد-في أية قرية على وجه الأرض. فالعديد من الأدوات الصغيرة والوسائل الصناعية البسيطة التي ابتدعا الإنسان قديما تعادل في براعة صنعها وأهميتها لارتقاء الإنسان أي جهاز من أجهزة الفيزياء النووية. مثال ذلك: الإبرة والخرز والقدر وجهاز اللحام والرفش والمسمار والمسمار اللولبي (البرغي) والكور والوتر والعقدة وآلة النسيج والسرج واللجام (والكلابة) والزر والحذاء، وما إلى هنالك من مئات الأشياء الأخرى التي يمكن للمرء تعدادها. والثراء يأتي من تفاعل الاختراعات فيما بينها، والثقافة تضاعف الأفكار والآراء، بحيث إن كل ابتكار يسارع و يضخم قوة بقية الابتكارات.

إن الزراعة المستقرة تخلق تقنية تنبثق منها جميع العلوم. ويمكننا أن نلمس ذلك من خلال تطور المنجل البدائي إلى المنجل الذي تلاه. فللوهلة الأولى يبدو المنجلان متشابهين جدا: منجل الإنسان جامع العشب البري قبل عشرة آلاف عام، والمنجل الذي عمره تسعة آلاف سنة عندما بدئ بزراعة القمح والعناية به. ولكننا إذا ألقينا نظرة مدققة نجد أن المنجل

## اللوحة رقم (4)







عدد من الأدوات الفنية والوسائل الصناعية الدقيقة التي لا تقل أهمية من حيث الدور الذي لعبته في ارتقاء الإنسان، عن أي جهاز يستعمل في الفيزياء النووية

- نجار يعمل في شغل قطعة خشبية ملتفة بالمنشار، من التراث الإغريقي في القرن السادس قبل الميلاد.
- -مسمار منقوش من الصلصال، السومريون، 2400 ق.م.
- فرن يخبز فيه الخبز، نموذج من الطين، جزر الإغريق القرن السابع ق.م.

التالي الذي كان يستعمل عماد القمح المزروع كان ذا حد مسنن، (بينما لم يكن المنجل البدائي مسنن الحد)، فلو حصد القمح بالمنجل البدائي لاضطر الإنسان إلى ضرب نباتات القمح بحده وهذا يسقط الحب من السنبلة إلى الأرض، أما إذا حصدناه قطعا بوساطة منجل مسنن الحد فإن الحنطة تبقى في السنابل. ومنذ ذلك الحين لم يطرأ تطور يذكر على المنجل المسنن حتى الحرب العالمية. ففي طفولتي أيام الحرب العالمية الأولى، كان المنجل ذو الحد المسنن مازال قيد الاستعمال. وهناك العديد من التقنيات والمعرفة الفيزيائية الشبيهة بتقنية المنجل المسنن أتت إلينا من كل ناحية من نواحي الحياة الزراعية تلقائيا، لدرجة أننا نشعر وكأن الأفكار تكتشف الإنسان وليس العكس كما يظن المرء.

إن أقوى اختراع في الزراعة كلها، هو بالطبع المحراث. ويحلو لنا أن نظن أن المحراث مجرد وتد يشق التربة. ومع أن هذا الوتد بحد ذاته اختراع ميكانيكي هام قديم إلا أن المحراث-أيضا-شيء أساسي اكثر من ذلك بكثير: إنه عبارة عن رافعة (عتلة) ترفع التربة، وهو أول تطبيق عملي لمبدأ الرافعة. وعندما فسر ارخميدس للإغريقيين بعد ذلك بوقت طويل



اللوحة رقم (5)

العجلة والمحور هما الجذران الأساسيان اللذان انبثقت منهما الاختراعات.-موزاييك لعربة ذات عجلات غير مفرغة.

نظرية العتلة الرافعة، قال: إنه بواسطة التحكم بنقطة الارتكاز في الرافعة يمكنه أن ينقل الأرض. لكن حراثي الشرق الأوسط كانوا يقولون قبل ذلك بآلاف السنين: «اعطني رافعة وسأطعم الأرض».

لقد ذكرت آنفا أن الزراعة قد اخترعت مرة أخرى-على الأقل-في أمريكا، إنما في وقت متأخر عن الشرق الأوسط بكثير. لكن المحراث والعجلة لم يخترعا في أمريكا، لأن المحراث والعجلة يعتمدان على حيوانات الجر. والخطوة التي تلت الزراعة البسيطة في الشرق الأوسط كانت تدجين حيوانات الجر هذه (بينما لم يحدث ذلك في أمريكا). ولعل الفشل في تحقيق تلك الخطوة البيولوجية في العالم الجديد، كان السبب في بقاء الزراعة هناك بدائية (عمل حفر بالعصي ووضع البذور فيها).. وحتى أن حضارة أمريكا تلك لم تعرف الدولاب المستعمل في صنع أواني الفخار.

ونجد العجلة (الدولاب) تظهر لأول مرة، فيما يعرف الآن بجنوب روسيا، قبل عام 3000 ق. م. وتدل آثار هذه المكتشفات أن العجلات كانت عبارة عن دواليب من الخشب غير المفرغ مربوطة بزحافة وكانت تستخدم لجر الأثقال. ثم حورت هذه إلى عربة.

ومنذ ذلك الحين صارت العجلة والمحور الجذرين الأساسيين اللذين انبثقت منهما الاختراعات. فمثلا نرى أن العجلة حولت إلى أداة لطحن القمح، وذلك بالاستعانة بقوى الطبيعة: قوة الحيوان أولا، ثم قوة الرياح والمياه. وأصبحت العجلة نموذجا لكل الحركات الدورانية، وطرازا للتفسير ورمزا سماويا لما هو أعظم من القدرة الإنسانية في العلم والفن على حد سواء. فقد صورت الشمس على أنها مركبة ذات عجلات، والسماء نفسها على أنها عجل دوار منذ أن رسم البابليون والإغريق فلك السموات الدوارة المرصعة بالنجوم. وفي العلوم الحديثة ينظر إلى الحركة الطبيعية (أي التي لا تصادف أية قوة تؤثر في حركتها) بأنها تسير في خط مستقيم، أما بالنسبة للعلوم الإغريقية فقد كان ينظر للحركة التي تبدو طبيعية (أي الحركة التي هي من صلب الطبيعة) والتي هي في الحقيقة كاملة بأنها حركة في دائرة.

وفي الوقت الذي اجتاح فيه يوشع مدينة أريحا، ولنقل عام 1400ق. م، كان المهندسون الميكانيكيون السومريون والآشوريون قد حولوا العجلة إلى

بكرة لرفع الماء. وفي نفس الوقت صمموا نظما للري على نطاق واسع. ولا تزال المداخل العمودية التي كانت تستعمل لصيانة هذه النظم منتشرة في بلاد فارس، كما تنتشر علامات التنقيط في صفحة كتاب. وتغور هذه المداخل 300 قدم في الأرض حتى تصل إلى القنوات التي تشكل نظام الري على هذا العمق-حتى تكون المياه الطبيعية في مستوى يحفظها من التبخر. واليوم بعد مضي ثلاثة آلاف سنة على إقامتها، لا تزال نساء القرية في خوزستان يسحبن الماء من هذه الآبار والأقنية للقيام بالأعمال اليومية في هذه المجتمعات غير المتطورة.

والقنوات عبارة عن إنشاءات متأخرة في حضارة المدينة. إذ أنها تعني ضمنا وجود قوانين في ذلك الوقت تتحكم بحقوق المياه وملكية الأراضي والعلاقات الاجتماعية الأخرى. ففي المجتمع الزراعي (كمجتمع الزراعة على نطاق واسع عند السومريين مثلا) نجد أن القانون يختلف في خصائصه عن قانون قبائل البدو الرحل الذي يحكم في سرقة عنزة أو شاة مثلا. أما بعد إقامة هذه القنوات فقد أصبح البنيان الاجتماعي مرتبطا بانتظام الأمور التي تؤثر على المجتمع ككل: مثل حق المرور إلى الأرض، وحفظ حقوق الماء ومراقبتها، وحق استعمال الإنشاءات الثمينة التي يعتمد عليها حصاد الفصول وكذلك تحويلها وإعادة تحويلها.

وعند ذلك اكتسب حرفي القرية لقب المخترع بحق وجدارة. فقد طبق المبادئ الميكانيكية الأساسية في ابتكار أدوات مطورة هي في الحقيقة الآلات الأولى، وقد أصبحت من ثقافة الشرق الأوسط التقليدية: مثال ذلك المخرطة البدائية التي تعتمد على القوس. وهي تمثل إحدى الطرق التقليدية لتحويل الحركة المستقيمة إلى حركة دائرية. وتعتمد هذه الآلة البديعة على لف الوتر على محور خشبي على شكل اسطوانة، بينما تكون نهاياته مربوطتين بنهايتي القوس الذي يشبه لحد ما قوس الربابة. وتثبت قطعة الخشب التي يراد خرطها على المحور الخشبي، ويدار هذا المحور بتحريك القوس إلى الأمام والى الخلف. وبذا يدير المحور القطعة الخشبية على إزميل ثابت وبذا يتم تشكيلها. ومع أن عمر هذه التركيبة الميكانيكية يزيد على عدة آلاف من السنين، إلا أنني رأيتها في إنكلترا عام 1945 عندما كان بعض الغجر يصنعون أرجل كراسي خشبية.

إن الآلة وسيلة لاستثمار القوى في الطبيعة-وهذا صحيح-من المغزل البسيط الذي تحمله المرأة البختيارية إلى أول مفاعل نووي مع كل تطوراته العديدة العاملة. غير أنه مع استغلال الآلة لمصادر القوى الكبرى أصبحت بشكل متزايد تفوق استعمالها الطبيعي. وإلا فكيف يمكن أن تبدو لنا الآلة في شكلها الحديث مصدر تهديد؟

إن المسألة كما تواجهنا ترتبط بمدى القوة التي يمكن للآلة إنتاجها ويمكن أن يطرح هذا السؤال على شكل بدائل: هل تقع هذه القوة ضمن مجال العمل الذي ابتكرت الآلة من أجله؟ أم أنها غير متناسبة لدرجة أنها تسيطر على مستغلها أو تشوه الاستعمال؟ لذا فان المسألة تتطلب منا عودة إلى الماضي البعيد، وقد ابتدأت عندما سيطر الإنسان على قوة اكبر من قوته، أي قوى الحيوان. وفي الواقع فان كل آلة هي نوع من أنواع دواب الجر والنقل، حتى المفاعل النووي هو كذلك. ذلك أنها تزيد الفائض الذي ربحه الإنسان من الطبيعة منذ بداية الزراعة. ولذا فان كل آلة تعيد وضع الإنسان في نفس المأزق الأصلي: هل تعطي تلك الآلة الطاقة وفق متطلبات استعمالاتها المحددة، أم أنها مصدر طاقة مستقلة تفوق حدود الاستعمالات البناءة؟ وهكذا فان هذا التضارب في مدى القوى قديم و يعود إلى بداية تاريخ الإنسان.

والزراعة جزء واحد من الثورة البيولوجية، أما تدجين الحيوانات في القرية وتسخيرها في العمل فهو الجزء الثاني من هذه الثورة. وقد تم هذا التدجين بترتيب منظم. فأولا أتى الكلب (ربما قبل 000 10 سنة ق. م) وتبعت ذلك الحيوانات التي يأكل لحمها الإنسان بدءا بالماعز والخراف. ثم أتى دور حيوانات الجر والنقل مثل الحمير البرية. وجميع هذه الحيوانات تقدم للإنسان فائضا اكبر مما تستهلك. ولكن ذلك صحيح فقط طالما بقيت الحيوانات في مستواها اللائق بها أي كخادمات للزراعة.

ولذا فإنه من غير المتوقع أن يتحول الحيوان المدجن بحيث يصبح يحوى في داخله تهديدا لفائض الحبوب الذي يعيش به المجتمع المستقر. وهذا غير متوقع البتة لأن هذه الحيوانات نفسها كالثور والحمار كحيوانات جر قد ساعدت في خلق هذا الفائض. (وتحث التوراة-بالمناسبة-على معاملة هذه الحيوانات برفق، وتمنع المزارع من قرن الثور والحمار معا على محراث



اللوحة رقم (6)

غيرت الجحافل المتحركة نظام المعركة.
- فرسان غزاة من المغول، من كتاب ((جامع التواريخ))، وهو كتاب يبحث في تاريخ قاهر العالم، أتمه عام 1306 رشيد الدين الوزير، المؤرخ لدى السلطان أولجايتو خان.
- قوات من الفرسان تعبر نهرا أثناء الغزو المغولي للهند.

واحد لأنهما يعملان بطريقتين مختلفتين). ولكن قبل قرابة خمسة آلاف سنة خلت ظهر حيوان جر جديد هو الحصان. وهو حيوان يفوق كل ما سبقه من جميع النواحي. فهو أسرع وأقوى، واكثر سيطرة منها جميعا.

وأصبح الحصان من ذلك الوقت مصدر الخطر بالنسبة لفائض القرية من الحبوب.

بدأ الحصان بجر العربات ذوات العجلات، مثله مثل الثور، ولكن على مستوى أعظم، فقد استعمل لجر العربات في مواكب الملوك. ثم حوالي عام 2000 ق. م، تعلم الإنسان كيفية امتطائه. ولابد أن ابتكار هذه الفكرة قد أذهل الجميع في ذلك الوقت مثلما أذهل الملأ اختراع الطائرة في عصرنا. فتحقيق تلك الفكرة احتاج في البدء إلى حصان اكبر وأقوى، إذ أن الحصان في الأصل كان حيوانا صغيرا شبيها بحيوان اللاما في أمريكا الجنوبية، ولم يكن بمقدوره أن يحمل إنسانا لفترة طويلة. ولابد أن ركوب الخيل لاستعمالات جدية قد بدأ عند قبائل البدو الرحل التي عنيت بتربية الخيول. وكان هؤلاء رجالا من أواسط آسيا وبلاد الفرس وأفغانستان وما وراءها، وكانوا يرتحلون ضمن منطقة تشمل جنوب شرق أوروبا وأواسط آسيا ويعنون بتربية الخيول.. وقد نشأ من هذه العناية الحصان الحديث وكان يطلق عليهم في الغرب اسم منسوب إلى اسم تلك المنطقة القديمة (Scythians) وهو اسم يدل على مخلوق جديد مخيف أو ظاهرة طبيعية خارقة تلكم هي الفارس على ظهر حصانه.

فالفارس يبدو وكأنه أكثر من إنسان: إذ أن رأسه يرتفع فوق باقي الرؤوس، و يتحرك بقوة مذهلة، حتى انه يبدو وكأنه يخطو فوق العالم الحي. فعندما روضت حيوانات القرية ونباتاتها وسخرت لاستعمال الإنسان، كان امتطاء الجواد بالمقارنة اكثر من ظاهرة بشرية، إذ أنه كان بمثابة دليل رمزي يشير إلى السيطرة على كل الخليقة. إننا نعلم أن الأمر كان كذلك من الخوف والرعب الذي خلقه الحصان لدى الناس خلال العصور التاريخية، مثلما حصل عام 1532 عندما اجتاح الخيالة الأسبان جيوش بيرو (الذين لم يروا حصانا في حياتهم). وكذلك قبل هذا بوقت طويل كان فرسان آسيا الوسطى الأوائل يشكلون ذعرا اجتاح البلاد التي لم تكن تعرف فن ركوب الخيل. وعندما شاهد الإغريق هؤلاء الفرسان لأول مرة ظنوا أن الجواد والفارس مخلوق واحد، ومن هنا ابتكروا أسطورة القنطور Centaur (وهو كائن خرافي نصفه رجل ونصفه حصان). وفي الحقيقة أن الأسطورة الأخرى التي ابتدعها الإغريق عن أمثال هذه المخلوقات الخيالية والمسماة Satyr كان

نصفها الحصان أيضا في الأصل، وليس العنزة، كل ذلك كان دليلاً على الذعر والقلق اللذين أثارهما لدى الإغريق هذا المخلوق المداهم الآتي من بلاد الشرق.

ولا يمكننا أن نأمل بأن نستعيد اليوم مدى الذعر الذي زرعه الفارس على جواده في منطقتي الشرق الأوسط وشرق أوروبا، عندما ظهر لأول مرة. ذلك أنه كان هنالك فرق بالمستوى والمدى، لا يمكنني مقارنته إلا بدخول الدبابات الألمانية بولندا عام 1939، مجتاحة كل شيء أمامها.

وأعتقد أن أهمية الحصان في التاريخ الأوروبي لم تحظ أبدا بما تستحقه من عناية. وبمعنى آخر يمكن القول بأن الحصان خلق الحروب كنشاط لأولئك البدو الرحل. فذلك ما جاءت به قبائل الهون الجرمان والتتار وأخيرا المغول وهو ما وصل إلى الأوج تحت قيادة جنكيز خان بعد ذلك بكثير. وبشكل خاص تمكنت جحافل الفرسان المتحركة من تحويل نظام المعركة. فقد فكروا في استراتيجية مختلفة للحرب-استراتيجية تشبه لعبة الحرب. وكم يُحب صناع الحروب لعب مثل هذه الألعاب!

تعتمد استراتيجية الجحفل المتحرك على المناورة، وعلى المواصلات السريعة والتحركات التكتيكية المتقنة التي يمكن ترتيبها معا لتنتج سلاسل مختلفة من المفاجآت. ولا تزال بقايا هذه الاستراتيجية تمارس في ألعاب الحروب التي مازالت تلعب والتي جاءت من آسيا مثل لعبة الشطرنج والبولو. وتعتبر استراتيجية الحرب عند المنتصرين فيها نوعا من أنواع اللعب. وبالمناسبة، لا تزال هنالك حتى الآن لعبة تمارس في أفغانستان، وهي لعبة تدعى بوزكاشي Buz Kashi انحدرت من ذلك النوع من التنافس في الفروسية الذي دأب المغول على ممارسته.

إن الرجال الذين يمارسون لعبة بوزكاشي محترفون-أي أناس موظفون في خدمة أصحاب الجاه الذين يقدمون لهم أسباب العيش والتدريب، لهم ولخيلهم لمجرد مجد الفوز. وفي مناسبة كبرى يتجمع ثلاثمائة فارس من قبائل مختلفة ليتباروا في فنون الفروسية وقد توقفت هذه المباريات منذ عشرين أو ثلاثين عاما، حتى استطعنا تنظيمها مرة أخرى (كي نسجلها تلفزيونيا).

ولا يشكل لاعبو البوزكاشي فرقاً في المباريات (ولو كانوا من قبيلة

واحدة). إذ أن الهدف من المباراة ليس إثبات أن مجموعة ما هي أفضل من غيرها، بل هو إيجاد البطل الفائز. وقد كان هناك أبطال في الماضي، لا يزال الناس يذكرونهم. والرجل الذي ترأس العاب البوزكاشي التي نظمناها كان بطلا سابقا اعتزل اللعب. ويعطى الرئيس ايعازاته عن طريق مناد قد يكون هو ذاته أحد الذين شاركوا في هذه الألعاب واعتزل اللعب ولكنه لا يكون قد وصل إلى مكانة الرئيس. وبدلا من أن نشاهد كرة نرى عجلا بلا رأس. (وتدل أداة اللعب المرعبة هذه على اللعبة لكأنما يلعب اللاعبون بغذاء الفلاحين). وتزن هذه الجيفة زهاء خمسة وعشرين كيلو غراما. والهدف من اللعب هو أن يمسك بها الفارس ويحملها بيده مانعا أيا من المتبارين من انتزاعها منه ثم ينقلها عبر مرحلتين. المرحلة الأولى هي حمل جثة العجل ونقلها بأسرع ما يستطيع سوق جواده حتى العلم المرفوع على الحد وعليه أن يدور حوله. وبعد ذلك تأتي المرحلة الثانية الحاسمة ألا وهي العودة، فبعد أن يدور حامل العجل حول العلم، يبدأ في العودة وكل فارس من المتبارين يحاول بكل وسيلة انتزاع جثة العجل منه والفائز هو الذي يصل إلى دائرة محددة في وسط المضمار حاملا العجل ومازال على ظهر حصانه.

وتنتهي اللعبة بتحقيق هذا الهدف الوحيد. وليست هذه المباراة حدثا رياضيا، وليس في قواعدها ما يشير إلى اللعب (النظيف) العادل. وأساليب الفرسان فيها مغولية بحتة، أي نظام الصدمة والمباغتة. والشيء المدهش في المباراة هو الأمر الذي هزم الجيوش التي واجهت المغول: أي أن ما يبدو على شكل مناوشة وحشية ليس سوى مناورة كاملة تنتهي فجأة عندما يبلغ الفارس الفائز الهدف.

ويتكون لدى المرء إحساس بأن الجمهور مستثار ومنفعل عاطفيا بهذه اللعبة أكثر من اللاعبين. ويبدو اللاعبون بالمقارنة ملتزمين ولكن ببرودة القسوة، فهم يكرون في المضمار بتركيز ممتاز ووحشي ولكنهم ليسوا منغمسين في اللعب، لأنهم منغمسون في الكسب والفور. وبعد انتهاء المباراة يحس الفائز نفسه بالإثارة فقط. وكان عليه أن يطلب من الرئيس إقرار حصوله على الهدف. أما إذا غفل في غمرة الضجيج ذاك عن القيام بهذه الخطوة التي تملها قواعد الأصول فانه يخاطر بهدفه الذي حققه. ومن

المفيد أن يعرف بأن الهدف قد أقر.

إن لعبة البوزكاشي لعبة حربية، والأمر الذي يجعلها مثيرة جدا هو أخلاق رعاة البقر:، أي ركوب الخيل كعمل حربي، إذ يعبر عن ثقافة الغزو التي يمكن أن توصف بالجنون الفردي. والتي يتخذ فيها المفترس صفة البطل لأنه يطارد بجواده وكأنه زوبعة. ولكن الزوبعة فارغة. وسواء أكانت المطية حصانا أم دبابة وسواء كان القائد جنكيز خان أو هتلر أو ستالين فان اللعبة لا تتغذى إلا على جهود الآخرين ونصبهم. إن البدوي المترحل في آخر دور تاريخي له كصانع حرب، مازال ظاهرة ومفارقة في غير زمانها. والأسوأ من ذلك أن هذه الظاهرة لا تزال موجودة في عالم اكتشف خلال الاثني عشر ألف سنة المنصرمة أن الحضارة لا يصنعها إلا البشر المستقرون.

خلال كل هذه المقالة يجري هناك صراع بين طريقة حياة الإنسان المترحل المتنقل، وطريقة حياة الإنسان المستقر. ولذا فانه من المناسب كنوع من المرثاة أن نذهب إلى تلك الهضبة العالية الجرداء التي تعصف بها الرياح في منطقة السلطانية في بلاد فارس. فهناك انتهت آخر محاولة لأسرة جنكيز خان المغولية لجعل طريقة حياة القبائل الرحل هي الطريقة السائدة في الحياة. والنقطة الهامة هنا هي أن اختراع الزراعة قبل اثني عشر ألف سنة لم يستطع بحد ذاته أن يرسي قواعد الحياة المستقرة، بل على النقيض من ذلك، أدى تدجين الحيوان الذي رافق الزراعة إلى إعطاء قوة ونشاط جديدين لاقتصاد الإنسان المتنقل: كتدجين الماعز والغنم على سبيل المثال، ثم تدجين الحصان الذي يفوق في أهميته كل ذلك. ذلك أن الحصان هو الذي منح قبائل جنكيز خان الرحل القوة والتنظيم اللذين مكنا تلك القبائل من غزو الصين والدول الإسلامية والوقوف على أبواب أواسط أوروبا.

وقد كان جنكيز خان بدويا مترحلا ومخترع آلة حرب قوية، وهذا الارتباط يبين شيئا بالغ الأهمية عن أصول الحروب ونشأتها في تاريخ الإنسان. وبالطبع، هناك ما يغري المرء بأن يغمض عينيه عن التاريخ، وأن يتكهن عوضا عن ذلك بأن الحروب تعود في جذورها إلى الغريزة الحيوانية، كما لو أننا مازلنا مضطرين-مثل النمر-لأن نقتل لنعيش أو كطائر الحناء أحمر الصدر الذي يدافع عن منطقة عشه. ولكن الحرب-والحرب المنظمة على



اللوحة رقم (7)

ثمة لعبة لا تزال تمارس حتى يومنا هذا في أفغانستان. إنها لعبة بوزكاشي المقتبسة من ألعاب المنافسة في الفروسية التي كان المغول يمارسونها.

وجه الخصوص-ليست غريزة إنسانية، إنها شكل من أشكال السرقة أو اللصوصية يتصف بالتعاون ودقة التخطيط. وقد بدأ هذا الشكل من اللصوصية منذ عشرة آلاف عام عندما تراكم عند حصادي القمح فائض من الحنطة، فانطلقت مجموعات البدو الرحل من الصحراء لتسلبهم القمح الذي لم يستطع أولئك الرحل توفيره لأنفسهم. والدليل على هذا ما شاهدناه في مدينة أريحا المسورة وبرجها وقد شيدا فيها قبل التاريخ. تلك هي بداية الحرب.

جلب جنكيز خان وأسرته المغولية طريقة السلب في الحياة عن طريق الحرب إلى عصرنا نحن (الألف الميلادي الثاني). قي الفترة ما بين عامي



اللوحة رقم (8)

الهضبة الجرداء التي تعصف بها الرياح بمنطقة السلطانية في بلاد فارس، حيث انتهت أخر محاولة لأسرة جنكيز خان المغولي لجعل طريقة حياة القبائل الرحل الطريقة السائدة.
قبة ضريح أولجايتو خان، الخامس من سلالة جنكيز خان، والذي حكم بلاد فارس منذ عام 1304 م حتى 1316 م، كجزء من الإمبراطورية المغولية.

1200و1300 بعد الميلاد قامت هذه السلالة ربما بآخر محاولة لتوطيد سيادة طريقة قاطع الطريق الذي لا ينتج شيئا والذي-بأسلوبه القاسي غير المسئول-يأخذ من الفلاح (الذي ليس بوسعه أن يهرب إلى أي مكان) الفائض الذي يجمعه من الزراعة.

بيد أن تلك المحاولة باءت بالفشل، وقد فشلت لأنه لم يعد أمام المغول ما يفعلونه-بعد أن حققوا هدفهم وهزموا الشعوب التي غزوها-سوى أن يتبنوا طريقة حياة هذه الشعوب. فعندما غزوا الأراضي الإسلامية أصبحوا مسلمين، واستقروا وأصبحوا مستوطنين لأن الحرب والسلب لا يمكن أن تكونا الأساس لحياة دائمة يمكن الحفاظ عليها. ومع أن جنكيز خان لم يدفن وبقيت عظامه تحملها جيوش المغول في المعارك كذكرى وحافز، غير أن حفيده قبلاي خان في فترة قصيرة أصبح بناء وملكا مستقرا في الصين.

وخامس وريث لجنكيز خان هو السلطان أوليجايتو، الذي قدم إلى تلك الهضبة القفر في بلاد الفرس ليشيد عاصمة عظيمة جديدة: السلطانية. وكل ما بقي الآن من هذه المدينة هو ضريح السلطان أوليجايتو الذي أصبح نموذجا لكثير من هندسة العمارة الإسلامية. وكان أوليجايتو ملكا متحررا (ليبراليا)، وأحضر إلى مملكته رجالات من جميع أنحاء العالم. وكان يدين بالمسيحية ثم أصبح في وقت آخر يدين بالبوذية وأخيرا بالإسلام. وقد حاول فعلا جعل بلاطه بلاطا عالميا. لقد كان هذا الشيء الوحيد الذي كان بوسع البدوي المترحل أن يسهم به في الحضارة: لقد جمع الثقافات من أركان الأرض الأربعة، ومزجها مع بعضها، ثم أرسلها ثانية لتخصب الأرض.

ولعله من سخرية القدر أن تكون نهاية محاولة قبائل المغول الرحل للوصول إلى القوة والسيطرة هنا أن يطلق على أوليجايتو عندما مات اسم أوليجايتو البناء. والحقيقة الواضحة التي نخلص إليها هي أن الزراعة وحياة الاستقرار أصبحتا الآن خطوتين ثابتتين في عملية ارتقاء الإنسان، كما فرضتا مستوى جديداً لشكل من أشكال التناغم والتفاهم البشريين، الذي أثمر في المستقبل البعيد ثمرة هي: تنظيم المدينة.

# الهوامش

(١) زراعة الذرة نشأت لأول مرة في العالم الجديد وفي أمريكا الشمالية بالتحديد. (ز. ك)

# 2 نسيج الحجر

خلق الله الأرض منذ أكثر من أربعة آلاف مليون عام. وخلال هذه المدة كلها تشكلت الأرض وتغيرت باستمرار بوساطة نوعين من التفاعل، أولهما قيام القوى الكامنة في باطن الأرض بثني طبقات الصخور وتجعيدها ورفع الكتل اليابسة (أو ما يعرف بكتل القارات) وتحريكها، وثانيهما فعل التعرية والنحت الذي قامت به عوامل التعرية المختلفة ومنها الثلوج والأمطار والعواصف والنهيرات والمحيطات والشمس والرياح، وقد أدى فعل هذه العوامل إلى نحت سطح الأرض وإعطائه هندسة عمارته الطبيعية.

وقد أصبح الإنسان عاملا في هندسة بيئته، ولكنه لا يملك قوى تقارب ما لدى الطبيعة منها. وقد كان أسلوبه في ذلك ومازال انتقائيا واختياريا، وهو منحى ثقافي يعتمد فيه العمل على الفهم، وقد أتيح لي أن أتتبع تاريخ ذلك المنحى في ثقافات العالم الجديد، التي هي أحدث زمانا من ثقافات أوروبا وآسيا. ولقد ركزت في مقال لي على أفريقيا الاستوائية، لأن بدء خلق الله للإنسان كان هناك «كما يظن»، أما مقالي السابق فقد تركز حول الشرق

الأوسط، لأن بدء خلق الإنسان للحضارة كان هناك. ولقد حان الوقت الآن كي نتذكر أن الإنسان قد وكل إلى قارات أخرى أيضا خلال تجواله الطويل فوق الأرض.

إن وادي دوتشيللي في أريزونا، واد سرِّي يأخذ بالألباب، وقد تعاقبت على سكناه القبائل الهندية الواحدة تلو الأخرى دون توقفت تقريبا، على مدى ألفي عام منذ ميلاد المسيح، وهذه أطول فترة عاش فيها الهنود الحمر بصورة مستمرة في أي مكان في أمريكا الشمالية. ولدى السير توماس براون عبارة رائعة يقول فيها: «لقد استيقظ الصيادون في أمريكا بعد أن تجاوز أقرانهم في بلاد فارس نومهم الأول». فعند ميلاد المسيح كان الصيادون قد بدءوا يستقرون زراعيا في وادي دوتشيللي، وبدءوا يسيرون على نفس خطوات الارتقاء التي كانت قد تمت في منطقة الهلال الخصيب في الشرق الأوسط.

أما لماذا ابتدأت الحضارة متأخرة جدا في العالم الجديد بالمقارنة مع العالم القديم؟ فمن الواضح أن السبب يرجع إلى أن الإنسان قد جاء إلى العالم الجديد في وقت متأخر. وقد أتى قبل اختراع القوارب، وهذا يعني ضمنا أنه وصل العالم الجديد سيرا على الأقدام عبر ممر بهرنج الذي كان متجمدا خلال العصر الجليدي الأخير. وتشير الدلائل الجليدية إلى أن هنالك زمنين محتملين يمكن أن يكون الإنسان القديم قد عبر فيهما من نتوءات أطراف العالم القديم في أقصى الشرق-فيما بعد سيبيريا-إلى مجاهل الاسكا الغربية الصخرية القاحلة في العالم الجديد. وتنحصر الفترة الأولى بين سنة 28 000 ق. م و 23 000 ق. م، وتنحصر الثانية بين سنة 14 000 وسنة 10 000 ق.م. إذ أنه بعد ذلك رفع الفيضان الذي حدث من انصهار الثلوج، في نهاية العصر الجليدي الأخير، مستوى مياه البحر مرة أخرى عدة مئات من الأقدام موصدا بذلك الباب على سكان العالم الجديد، (وقاطعا عزلتهم بالبشر في العالم القديم).

إن ما سبق يعني أن الإنسان قدم من آسيا إلى أمريكا قبل مدة لا تقل عن عشرة آلاف عام ولا تزيد عن ثلاثين ألف عام، وليس بالضرورة أن يكون الناس قد أتوا دفعة واحدة. فثمة دلائل في المكتشفات الأثرية (مثل بعض الأدوات والمواقع القديمة) تشير إلى ورود تيارين ثقافيين مختلفين

إلى أمريكا. ولكن أكثر ما يقنعني دليل بيولوجي عميق غير مباشر ولكنه مقنع لا يمكنني إلا أن أفسره بأنه يشير إلى أن الإنسان قد أتى إلى أمريكا في هجرتين صغيرتين ومتعاقبتين.

فالقبائل الهندية في شمال وجنوب أمريكا لا تحوي دماؤها كل أنواع المجموعات (الزمر) الدموية الموجودة لدى سكان العالم الآخرين. وهذه الصفة الحيوية الخاصة تفتح المجال لنظرة مثيرة ذلك أن المجموعات (والزمر) الدموية تتوارث بشكل يجعلها-بالنسبة لأمة ما-سجلا وراثيا كاملا عن الماضي. فغياب المجموعة أو الزمرة الدموية (أ) كليا من مجموعة من السكان يعني بكل تأكيد عدم وجود هذه المجموعة في دم أسلافهم، و ينطبق الكلام ذاته على المجموعة (ب). وهذا واقع الحال في أمريكا، فقبائل أواسط أمريكا وجنوبها في الأمازون ومنطقة جبال الأنديز ومنطقة النيران (تييرادل فويغو) على سبيل المثال تنتمي برمتها إلى المجموعة الدموية (و)، وكذلك الحال في بعض القبائل في أمريكا الشمالية. وهنالك قبائل هندية أخرى (مثل السيو والشيبيوا والبويبلو) دمها من مجموعة (و)، وهناك نسبة ١٠- ١٥٪ من عددهم دمها من مجموعة (أ).

وبإيجاز، تشير الدلائل إلى عدم وجود مجموعة الدم (ب) في سكان أمريكا الأصليين بينما هي موجودة في معظم أجزاء العالم.

وفي أواسط جنوب أمريكا نجد أن كل مجموعة السكان-الهنود الحمر-الأصليين ينتمون إلى المجموعة الدموية (و)، وفي شمال أمريكا إلى مجموعتين (و) و (أ).

ولا يسعني هنا أن أرى أي تفسير معقول سوى الاعتقاد بأن الهجرة الأولى كانت لمجموعة صغيرة من الناس ذوي القربى، دماؤهم كلهم من المجموعة (و) جاؤوا لأمريكا وتكاثروا وانتشروا حتى جنوب أمريكا الجنوبية. بعد تلك الهجرة حصلت هجرة ثانية من مجموعات صغيرة ينتمي دمها إما إلى مجموعة (أ) وحدها أو إلى (أ) و (و) معا. وقد وصلت المجموعة الثانية حتى أمريكا الشمالية فقط. وعلى ذلك يحتوي دم هنود شمال أمريكا بالتأكيد على جزء من دم الهجرة الأخيرة وبمعنى آخر فان هنود شمال أمريكا يعتبرون مهاجرين جددا بالمقارنة بهنود أواسط أمريكا وجنوبها.

وتعكس الزراعة في منطقة وادي دوتشيللي هذا التأخر (في الهجرة

والاستقرار). مع أن الذرة كانت قد زرعت في أواسط وجنوب أمريكا منذ عهد بعيد، فإنها عرفت هنا منذ عهد المسيح فقط. وكان الناس آنذاك (في أمريكا الشمالية) غاية في البساطة، لا بيوت لهم، بل يعيشون في الكهوف، ولم يعرفوا صناعة الفخار إلا في حوالي عام 500 بعد الميلاد. وقد كانوا يحفرون مرابع لهم في المغائر والكهوف ذاتها، ويغطونها بسقوف من الطين واللبن المجفف بالشمس. وظل الوادي في تلك الحالة جامدا تماما، حتى نهاية الألف الأول الميلادي عندما جاءت حضارة بريبلو العظيمة Pueblo وأدخلت البناء بالحجر.

وأنا أفرق بشكل أساسي بين هندسة البناء القائمة على إنتاج البيت كله كما لو كان نتاج قالب، وبين الهندسة القائمة على التجميع من عدة قطع. ويبدو هذا التمييز واضحا بكل بساطة بين البيت المصنوع من الطين والبيت المصنوع من الحجر. بيد أن ذلك الفرق يشكل في الحقيقة اختلافا فكريا رئيسيا، وليس اختلافا فنيا فقط. وأعتقد بأن إحدى أهم الخطوات التي اتخذها الإنسان حيثما وحينما قام بذلك تتمثل في التمييز بين عمل اليد القالبي والكلي، وعمل اليد التحليلي أو التقطيعي إلى أجزاء.

ويبدو وكأنه اكثر من أمر طبيعي في العالم أن يأخذ الإنسان بعض الطين ويشكله بشكل كرة أو يصنع منه تمثالا صغيرا أو فنجانا أو بيتا صغيرا. ونشعر في البداية بأن هذه الأشكال إنما هي صورة لأشكال في الطبيعة، ولكنها في الواقع، ليست كذلك. إنها أشكال من صنع الإنسان، فما يعكسه القدر هو اليد الإنسانية المكورة (كما يفعل عندما يغرف بها ماء) وما يعكسه بناء المنزل هو عمل الإنسان التشكيلي. ولا شيء أمكن اكتشافه عن الطبيعة نفسها مما يفرضه الإنسان عليها من أشكال حانية منسابة وأنثوية. وعلى ذلك فالشيء الوحيد الذي تعكسه بعملك هو شكل يدك أنت بالذات.

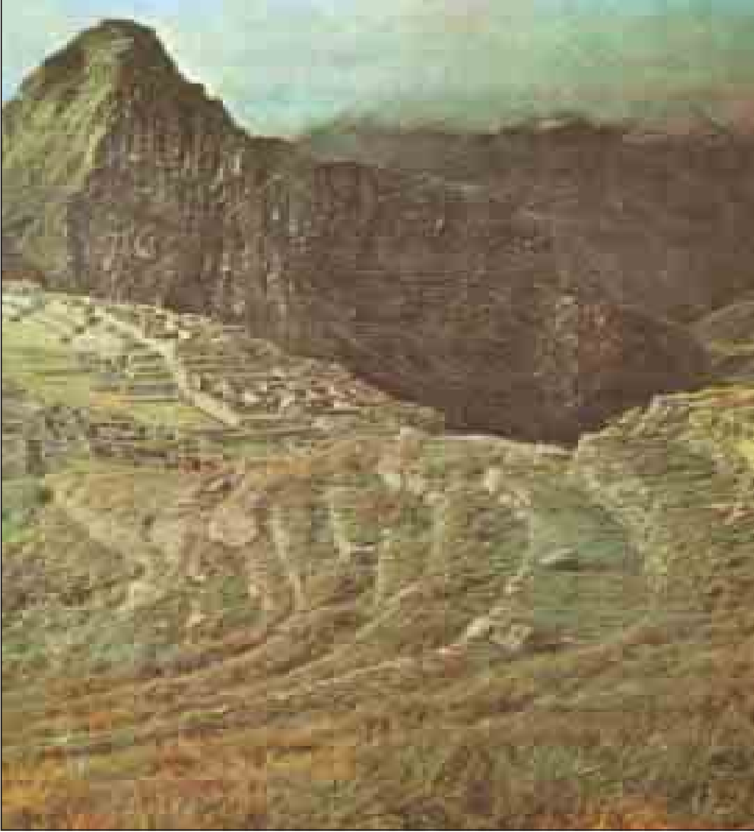
لكن ثمة عملاً آخر لليد البشرية يختلف ويتعارض مع ذلك، ألا وهو شق الخشب وتقطيع الحجارة. لأنه بواسطة تلك العملية، نجد أن اليد البشرية (مزودة بأداة) تتفحص وتكتشف ما تحت السطح، وبذا تصبح أداة للاكتشاف. فثمة خطوة فكرية كبيرة إلى الأمام عندما يشق الإنسان قطعة من الخشب أو يشطر قطعة من الحجر، ويعزي بذلك الطرز التي وضعتها الطبيعة فيه

قبل أن يشقه. ولقد وجد شعب بويبلو تلك الخطوة في صخور الحجر الرملي الأحمر التي تعلو ألف قدم فوق مستوطنات أريزونا، فطبقات الصخور الأفقية كانت تدعو من يقطعها. وقد وضعت الكتل المقطوعة مرصوصة بجوار بعضها لعمل جدران وسقوف على امتداد نفس مستويات الطبقات في صخور وادي دوتشيللي.

ومنذ القديم (العصر الحجري الأول) والإنسان يصنع أدوات نتيجة محاولة تشكيله للصخر، ومن تشكيله للحجر تبين له أحيانا أن للحجر نسيجا طبيعيا[1]، وفي أحيان أخرى أوجد صانع الأدوات خطوط الانشقاق بأن تعلم كيف يضرب الحجر لينشق وفق خطوط انشقاقه. ويبدو أن هذه الفكرة خطرت للإنسان في بداية الأمر، عند شق الخشب وقطعه. ذلك أن الخشب مادة ذات بنية واضحة وينشق بسهولة أكثر إذا جرى قطعه وفق خطوط نسيجه ولكن قطعه يصبح صعبا إذا حاول المرء ذلك بعكس امتداد النسيج. ومن هذه البداية البسيطة استطاع الإنسان أن يكشف طبيعة الأشياء، وأن يزيح النقاب عن القوانين التي تمليها بنية المادة وتكشف عنها. وهكذا نجد أن اليد البشرية لم تعد تفرض نفسها على شكل الأشياء، بل أصبحت عوضا عن ذلك أداة للاكتشاف والمتعة معا. أي أن الأداة تتخطى غاية استعمالها المباشرة لتدخل إلى الخصائص والأشكال الخفية داخل المادة وتكشف عنها. مثل ذلك إذا قطع إنسان بلورة فانه يفسح لنا المجال لأن نجد في الشكل الداخلي قوانين الطبيعة السرية.

إن فكرة اكتشاف نظام خفي في المادة هي مفهوم الإنسان الأساسي لاستكشاف الطبيعة، والشكل الهندسي الخارجي للأشياء يكشف عن أن هناك بنية تحت السطح أو نسيجا خفيا إذا ما غزي يجعل من الممكن فصل التشكيلات الطبيعية عن بعضها وإعادة تركيبها بترتيبات جديدة. وبالنسبة لي، تلك هي الخطوة في ارتقاء الإنسان التي تبدأ عندها العلوم النظرية وكما أنها من صميم الطريقة التي يتفهم بها الإنسان مجتمعه فهي من صميم أسلوب تفهمه للطبيعة.

ونحن بني البشر نرتبط مع أهلنا في إطار العائلة، وترتبط العائلات معا في مجموعات قرابة، وتترابط مجموعات القرابة هذه لتكون العشائر، والعشائر بدورها تكون القبائل والقبائل تكون الأمم. إن المعنى في هذا



اللوحة رقم (9)

شوارع إحدى المدن التي لم يشاهدها أحد منا من قبل، إحدى مدن الحضارات التي توارت عن الوجود. لاحظ كيف اصطفت الأحجار الغرانيتية دون مؤونة، وكيف شذبت وجوه الحجر وهي الصفة المميزة لأبنية شعب الانكا.

التسلسل الهرمي، الذي تقع فيه طبقة فوق طبقة يسود في الطبيعة مهما كانت الطريقة التي ننظر إليها بها. إن الدقائق الأساسية في المادة تشكل الأنوية، والأنوية تتجمع لتشكل الذرات، والذرات تتحد مكونة الجزيئات والجزيئات تتجمع مشكلة قواعد، وتوجه هذه القواعد تجمع الأحماض الأمينية التي تتجمع لتكون البروتينيات. وهكذا نجد-مرة ثانية-في الطبيعة شيئا يبدو أنه يتوافق بعمق مع الطريقة التي تربطنا بها علاقاتنا الاجتماعية.

فوادي دوتشيللي هو عالم مصغر من الثقافات، وقد بلغ أوجه عندما بنت قبائل البويبلو تلك الأبنية الضخمة بعد عام 1000 للميلاد. وهذه الأوابد لا تشكل تفهما للطبيعة من خلال تطويع الحجارة والعمل بها فحسب، بل تشكل أيضا تفهما للعلاقات البشرية. لأن شعب بويبلو أنشأ هنا وفي أماكن أخرى نوعا من المدينة المصغرة. فالمنازل المقامة على حواف الصخور كانت ترتفع على شرفات سخرية إلى خمسة أو ستة طوابق، وكانت الطوابق العلوية فيها متراجعة عن الطوابق السفلية. وكانت مقدمة البناء في مستوى الصخور بينما تنثني المؤخرة لتتطابق مع ميل الصخور. وكانت هذه المجمعات الهندسية الضخمة في بعض الأحيان ذات مساحة تصل إلى فدانين أو ثلاثة أفدنة وتتكون من عدد من الغرف يصل إلى أربعمائة غرفة أو أكثر.

إن الحجارة تشكل جدارا، والجدران بيتا والبيوت شوارع، والشوارع مدينة، والمدينة عبارة عن حجارة وأناس. لكنها ليست أكواما من الحجارة أو حشودا من الناس. إذ أن الانتقال من مرحلة القرية إلي مرحلة المدينة يتطلب بناء نظام اجتماعي جديد، مبني على أساس تقسيم العمل وتسلسل القيادة. وطريقة استعادة فهم ذلك هي أن نجوب شوارع مدينة لم يشاهدها أحد منا من قبل-مدينة لإحدى الحضارات التي اختفت وانقضت.

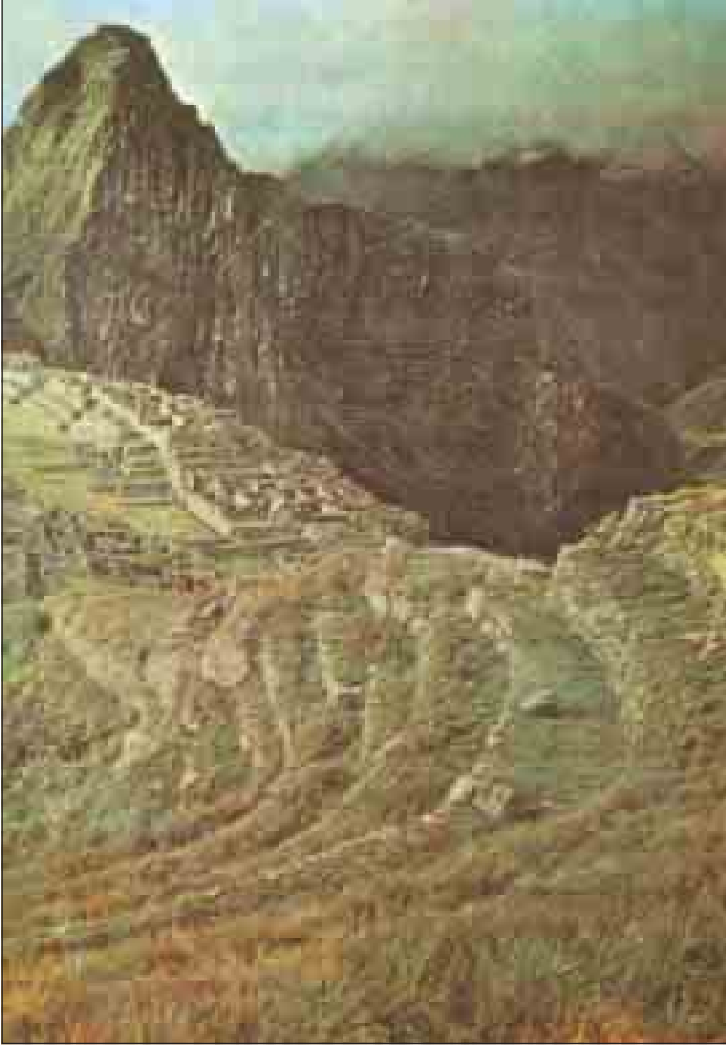
تقع مدينة ماشوبيكشو Machu Picchu في أعالي جبال الأنديز في أمريكا الجنوبية على ارتفاع 8000 قدم عن سطح البحر. وقد شيدها شعب الانكا، في أوج إمبراطورياتهم حوالي عام 1500 بعد الميلاد أو rبل ذلك بقليل (بالتقريب في الوقت الذي وصل فيه كولومبوس جزر الهند الغربية في أمريكا) وكان تخطيط المدينة أعظم منجزات هذا الشعب. وعندما غزا الأسبان بلاد البيرو واستباحوها عام 1532م تحاشوا التعرض لمدينة ماشوبيكشو وشقيقاتها من المدن وبعد ذلك طواها النسيان لمدة أربعمائة سنة، إلى أن أتى في أحد أيام شتاء1911 م عالم آثار شاب من جامعة ييل يدعى هيرام بنجهام وعثر عليها صدفة. وكانت عندها قد هجرت لعدة قرون مضت ونهبت تماما وخلت من أي شيء عدا أبنيتها العارية كهيكل عظمي لم يبق فيه سوى العظم. بيد أنه تكمن في هيكل تلك المدينة البنية الحضارية لكل مدينة في أي عصر وفي أي مكان من هذا العالم.

يترتب على المدينة أن تعيش على أساس من الأرض الزراعية التي

تعطي فائضا زراعيا وافرا، والأساس الظاهر الذي اعتمدت عليه حضارة شعب الانكا كانت زراعة الشرفات والمدرجات الجبلية. وبالطبع لا نجد الآن في تلك الشرفات العارية سوى بعض الأعشاب. بيد أن البطاطا كانت قد زرعت هنا (وهي من محاصيل البيرو الأصلية)، وكذلك الذرة التي كانت قد زرعت في الشمال وجاءت إلى هنا وأصبحت إحدى محاصيل الانكا. ولما كانت هذه المدينة-بشكل ما-مدينة طقوس واحتفالات فقد زرعت في مدرجاتها أيضا بعض النباتات الترفيهية التي تنمو في المناخات الاستوائية مثل نبات الكوكا، وهو عشب بري مخدر لم يكن يسمح بمضغه إلا للنخبة الأرستقراطية من شعب الانكا، عندما كانوا يأتون للاحتفالات ومنه يستخرج الكوكائين.

إن زراعة هذه المدرجات لا يمكن أن تقوم دون نظام للري وهذا ما أقامته فعلا إمبراطورية الانكا والإمبراطوريات التي سبقتها، فشبكة المياه كانت تجري عبر هذه المدرجات، من خلال قنوات أرضية وقنوات محمولة على عمد، ثم تمر إلى الوديان الهادرة نحو الصحراء حتى تصل إلى المحيط الهادي، جاعلة الأرض الخضراء مزهرة. وتماما كما في الهلال الخصيب حيث كان الأمر الهام هو السيطرة على الماء، كان الوضع نفسه في بيرو إذ بنيت حضارة الانكا على السيطرة على الري.

إن إقامة نظام ري واسع وكبير، يمتد في جميع أرجاء الإمبراطورية، يتطلب وجود سلطة مركزية قوية. وهذا ما كان في بلاد ما بين النهرين، وقبلها في مصر، والآن في إمبراطورية الانكا. وهذا يعني أن هذه المدينة-وكل المدن الأخرى هنا-استندت إلى قاعدة غير مرئية من الاتصالات، بحيث إن السلطة كانت قادرة على التواجد وعلى إسماع صوتا في كل مكان، بحيث تصدر الأوامر من المركز، وتأتي المعلومات إليه من كل حدب وصوب. وكانت ثلاثة اختراعات مسئولة عن بقاء شبكة السلطة، وهذه هي الطرق والجسور (في بلاد وعرة كهذه) وإيصال الرسائل وتسلمها. وقد تمركزت هذه الأمور في هذه المدينة عندما كان يسكنها هنود الانكا الحمر، ومن هذه المدينة انتشرت إلى خارجها. إنها ثلاث حلقات للاتصال تتصل بواسطتها كل مدينة بكل مدينة أخرى، ولكننا نتحقق فجأة أنها مختلفة في مدينة ماشوبيكشو عنها في المدن الأخرى.



اللوحة رقم (10)

مدينة ماشوبيكشو، ثم وادي أوربامبا، في منطقة شرف الأنديز في البيرو. تطل على هذه المدينة قمة جبل هويانا بيكشو التي يبلغ ارتفاعها 15000 قدم فوق سطح البحر.

وتعتبر الطرق والجسور والرسائل في إمبراطورية عظيمة اختراعات متقدمة دائما، لأنها إذا ما قُطعت انهارت السلطة وتقطعت أوصالها، لذلك تعتبر هذه الوسائط في الأزمنة الحديثة دوما الهدف الأول عند حدوث ثورة أو انقلاب. ومن المعروف الآن بأن إمبراطورية الانكا قد أولت هذه الأمور الثلاثة عناية كبيرة، علما بأنه لم تكن ثمة عجلات على الطرق، ولا أقواس تحت الجسور كما أن الرسائل لم تكن خطية. ومن المسلم به أن حضارة الانكا لم تبتكر هذه الوسائل عند عام 1500 بعد الميلاد، ذلك أن الحضارة في أمريكا بدأت متأخرة عن حضارة العالم القديم بعدة آلاف من السنين، وقد هزمت هذه الحضارة واستبيحت قبل أن يتسنى لها تحقيق جميع اختراعات العالم القديم.

ويبدو غريبا جدا أن الهندسة التي نقلت حجارة البناء الكبيرة على الأعمدة المتدحرجة قد فاتها استعمال العجلة، ولكن يجب أن لا يغيب عن أذهاننا أن الشيء الأساسي في العجلة هو المحور الثابت. كما يبدو غريبا أيضا أن تقيم هذه الحضارة الجسور المعلقة وتفوتها الأساس في الجسور. لكن الأغرب من ذلك كله هو وجود حضارة كان بوسعها حفظ سجلات للمعلومات العددية بعناية، ولكنها لم تستطع اختراع الكتابة لتدوينها. فقد كان إمبراطور الانكا أميا مثل أفقر مواطن في مملكته، أو مثل قاطع الطريق الأسباني الذي أطاح به.

كانت الرسائل التي تحتوي على معلومات عددية ترد إلى الانكا بواسطة قطع من الخيوط تسمى (كويبوس) Quipus فرسالة الكويبوس لا تسجل سوى الأرقام عن طريق العقد المرتبة بطريقة تشبه نظامنا العشري. وكم كنت أود في هذا المجال أن أقول-بصفتي عالم رياضيات-إن الأرقام في مدى ما تعطيه من معلومات وفي رمزيتها الإنسانية توازي الكلمات، ولكنها ليست كذلك فالأرقام التي وصفت حياة الإنسان في البيرو كانت تجمع بأسلوب بطاقات العقول الحاسبة الإلكترونية المثقبة ولكن بشكل معكوس، أو كحاسب إلكتروني للمكفوفين على طريق بريل. كل ذلك عن طريق خيط عليه عقد. فعندما كان المرء يتزوج تنتقل قطعة الخيط الخاصة به إلى مكان آخر في الحزمة العائلية. وكل ما كان يحفظ عند جيوش الانكا وفي مخازنهم وأهرائهم كان يدون بواسطة نظام العقد هذا على خيوط الكويبوس.

والحقيقة أن البيرو كانت قد أصبحت تمثل حاضرة المستقبل المرعبة، إذ كانت مخزن الذاكرة لإمبراطورية تسجل تصرفات كل مواطن وتقيم أوده وتحدد له نوع عمله، كل ذلك بطريقة غير شخصية على شكل أرقام.

لقد كان مجتمع الانكا متماسكا ومترابطا بشكل يدعو للإعجاب. فلكل مكانه وكل مؤمن عيشه، وكل فرد سواء كان فلاحا أو حرفيا أو جنديا كان يعمل لشخص واحد، هو رئيس الانكا الأعلى. وكان هذا هو رئيس الدولة وكان أيضا التجسيد الديني للإله. والحرفيون الذين نحتوا بمحبة الرمز الذي يمثل الصلة بين الشمس وإلهها ومليكها الانكا، إنما كانوا عما لا يشتغلون عند الانكا نفسه.

ولذا كانت-بالضرورة-إمبراطورية هشة سريعة الزوال بشكل غير عادي، ففي أقل من مائة عام، أي من عام 1438 وصاعدا، احتل شعب الانكا ما طوله ثلاثة آلاف ميل من الشريط الساحلي أي أنهم سيطروا تقريبا على كل ما يقع بين جبال الأنديز والمحيط الهادي. بيد أنه في عام 1532 قدم إلى البيرو مغامر أسباني أمي تقريبا يدعى فرانشيسكو بيزارو، ومعه ما لا يزيد عن اثنين وستين حصانا مخيفة ومئة وستة من جنود المشاة، وبهذه القوة استطاع بين عشية وضحاها هزيمة هذه الإمبراطورية العظيمة واحتلالها.

ولكن كيف تم ذلك ؟ كان ذلك بقطع رأس الهرم: بأسر الانكا. ومنذ تلك اللحظة تهاوت الإمبراطورية وانهارت، وأصبحت المدن الجميلة مفتوحة عارية أمام ناهبي الذهب واللصوص الطامعين.

ولكن المدينة، بالطبع، أكثر من مجرد سلطة مركزية. فما هي المدينة ؟ المدينة أناس، والمدينة حية، إنها مجتمع يعيش على قاعدة من الزراعة، أغنى بكثير مما في القرية، بحيث إن بمقدورها ضمان معيشة كل نوع من الحرفيين وترك كل منهم يعمل متخصصا في حرفته مدى حياته.

ولكن الحرفيين عندما حدث الغزو اختفوا، وعلم كل ما صنعوه. فالناس الذين صنعوا مدينة ماشوبيكشو-صائغ الذهب والنحاس والنساج وصانع القدور-سرقت كل أعمالهم. فالقماش المنسوج تحلل وتآكل، والبرونز تلاشى، والذهب نهب. ولم يبق سوى عمل البنائين أي مهارة الصناعة الجميلة عند الرجال الذين عملوا المدينة. ذلك أن الذين شيدوا المدينة لم يكونوا أباطرة

الانكا، بل الحرفيون المهرة. بيد أنه من الطبيعي، إذا كنت تعمل عند الانكا (أو عند أي رب عمل آخر أن يحكمك ذوقه وبذا لا تستطيع ابتكار أي جديد. وهكذا ظل هؤلاء الرجال يعملون-حتى نهاية الإمبراطورية-في البناء على نفس المنوال دون أن يتوصلوا إلى ابتداع القوس المجري. وهنا مقياس للفجوة الزمنية التي كانت تفصل العالم الجديد عن العالم القديم. ذلك أن تلك هي بالضبط النقطة التي توصل إليها اليونانيون قبل ألفي سنة وهي النقطة التي توقفوا عندها أيضا.

كانت باستوم Paestum مستعمرة إغريقية تقع في جنوب إيطاليا، وكانت هياكلها أقدم حتى من هيكل البارثيون، إذ يعود تاريخها إلى عام 500 ق. م. وقد امتلأ مجرى النهر الذي يمر فيها بالطمي وأصبحت تنفصل الآن عن البحر بسهوب ملحية. بيد أن أمجادها مازالت رائعة. مع أن فئات من



اللوحة رقم (11)

المعابد الإغريقية غنية بالأشكال الهندسية البديعة.

معبد بوسيدون في بلستوم، جنوب إيطاليا.

إن الطبقتين من الأعمدة وسيلة لجعل البناء خفيفا

المسلمين نهبوها في القرن التاسع الميلادي، كما نهبها الصليبيون في القرن الحادي عشر، إلا أن باستوم-بأطلالها-ما زالت تعتبر إحدى الروائع الخالدة في فن العمارة الإغريقي.

وقد عاصرت باستوم بداية عدم الرياضيات عند الإغريق، وقد علم فيثاغورس-عندما كان منفيا-في مستعمرة إغريقية ثانية تدعى كروتون لا تبعد كثيرا عن باستوم. وكما كانت الرياضيات في بيرو بعد ألفي سنة، كانت تحد معابد الإغريق الحواف المستقيمة والمربعات غير أن الإغريق لم يخترعوا القوس أيضا. ولذا نجد أن معابدهم عبارة عن شوارع مزدحمة بالأعمدة، وهي تبدو فسيحة عندما نشاهدها أطلالاً. لكنها في الحقيقة نصب مقامة دون مساحات. و يعود ذلك إلى أن الأعمدة كانت تسقف بعمود عرضي (عارضة). والمسافة التي كان يمكن جعلها بين العمودين المسقوفين بعارضة مفلطحة كانت محدودة بقوة تلك العارضة.

فإذا أخذنا صورة عارضة حجرية ممتدة بين عمودين فإن التحليل بواسطة الحاسب الإلكتروني يبين بوضوح أن الإجهاد Stress في العارضة يزداد كلما كبرت المسافة بين العمودين. فكلما كانت العارضة أطول ازداد الضغط الذي ينتجه ثقلها في الأعلى، وازداد الإجهاد الذي تنتجه في الأسفل. والحجر كما هو معلوم ضعيف تحت الإجهاد. ولن تنهار الأعمدة القائمة لأنها تتعرض لضغط لا لإجهاد والحجر يحتمل الضغط، أما العارضة فتنهار (أنا واقعة تحت أثر إجهاد) إذا وصل الإجهاد إلى حد احتمال العارضة. ولا يقلل من ذلك إلا تقريب الأعمدة بعضها من بعض.

ويمكن أن يكون الإغريق بارعين في جعل البناء خفيفا، كاستعمالهم طابقين من الأعمدة مثلا. ولكن مثل هذه الوسائل لم تكن سوى بدائل مؤقتة. فمن حيث أي مفهوم أساسي لا يمكن التغلب على الحدود الطبيعية للحجر بدون اختراع جديد. ولما كان الإغريق مأخوذين بالهندسة فان من المحير حقا أنهم لم يفكروا بالقوس. ولكن الحقيقة أن القوس اختراع هندسي، وبذا فمن المعقول أن اكتشافه يعود إلى ثقافة عملية نابعة من عامة الناس بدرجة أعلى من ثقافتي اليونان وبيرو.

لقد شيد الرومان القنوات فوق القناطر في سيجوفيا في أسبانيا، حوالي عام 100 بعد الميلاد في عهد الإمبراطور تراجان. وتنقل هذه القنوات

مياه نهر ريو فريو الذي ينبع من الجبال العالية على بعد عشرة أميال. وتمتد تلك القنوات فوق الوادي لمسافة تقدر بنصف ميل تقريبا، محمولة على قناطر تتألف من طبقتين من الأقواس المصنوعة من كتل صخرية جرانيتية مقطوعة دون تشذيب ومرصوفة بجانب بعضها دون مؤونة كلسية أو إسمنتية، وقد أذهلت أبعاد هذه المنشآت الضخمة أهالي أسبانيا والعرب الذين قدموا إلى هناك في العصور التالية المليئة بالخرافات، حتى انهم سموها جسر الشيطان.

ويبدو بناء القناطر والقنوات الآن لنا أيضا ضخما ورائعا، بنسب تفوق كثيرا وظيفتها في نقل الماء. ذلك أننا نحصل على الماء الآن بإدارة الصنبور وننسى بخفة المشكلات العالمية في حضارة المدينة. إذ أن كل ثقافة متقدمة تركز رجالها المهرة في المدينة تعتمد على الاختراع والتنظيم، اللذين تعبر عنهما القنوات والقناطر الرومانية في مدينة سيجوفيا.

لم يبتكر الرومان القوس في بداية الأمر مصنوعا من الحجر، بل كان في البداية قوسا معمولا في قالب من نوع من الإسمنت. ومن ناحية بنائية تركيبية يعتبر القوس مجرد وسيلة لإقامة جسر فوق مساحة خالية بحيث لا يتحمل المركز إجهادا أكثر من باقي الأجزاء. إذ أن الإجهاد في هذه الحال يتوزع إلى الخارج بالتساوي على جسم القوس كله. ولهذا السبب بالذات يمكن تشييد القوس من أجزاء، أي من قطع منفصلة من الحجارة تتضغط على بعضها بواسطة الثقل. وبهذا المعنى يمكن اعتبار القوس فوزا للأسلوب الفكري الذي يفكك الطبيعة إلى أجزاء، ثم يعيد جمع وترتيب هذه الأجزاء في تركيبات جديدة أكثر قوة.

وقد شيد الرومان القوس دائما بشكل نصف دائري، وكان لديهم في هذا المجال شكل رياضي ناجح عمليا، ولم يكونوا ميالين إلى تجربة أنماط أخرى. وظلت الدائرة أساس القوس حتى عندما عم استعمالها على نطاق واسع في البلاد العربية. وهو أمر واضح في الأبنية الدينية الرواقية التي أقامها العرب في أسبانيا . ومثال ذلك المسجد الكبير في قرطبة (في أسبانيا أيضا)، وقد شيد عام 785 م إثر الفتح العربي. وهو بناء أكثر اتساعا من المعبد الإغريقي في باستوم. ورغم ذلك فقد واجه-كما هو واضح-نفس الصعوبات الهندسية المعمارية، التي وجدنا في المعبد الإغريقي، إذ أصبح

البناء مرة أخرى مملوءا بمواد البناء وهو أمر لا يمكن التخلص منه إلا باختراع جديد.

إن الاكتشافات النظرية ذات النتائج الجذرية يمكن عادة أن ترى بأنها ملفتة للنظر ومبتكرة. ولكن الاكتشافات العملية، حتى ولو أدت إلى نتائج بعيدة المدى، فغالبا ما تبدو أكثر تواضعا وأقل ذكرا، وكما يبدو فان الابتكار الجديد في عالم البناء، الابتكار الذي تجاوز محدودية القوس الروماني، قد جاء ربما من خارج أوربا، ووصل بادئ الأمر بهدوء ولكأنما بسرية. وهذا الابتكار هو نوع جديد من القوس غير مبني على أساس الدائرة بل على أساس الشكل البيضي. ومع أن ذلك لا يبدو تغييرا جذريا، إلا أن تأثيره على الفن كان كبيرا جدا، فبالطبع يكون القوس البيضي أعلى من القوس الدائري، ولذا فانه يوفر مساحة أوسع كما يسمح بوصول كمية أكبر من الضوء. والأهم من ذلك، أن دفع قمة القوس المسمى بالقوطي إلى أعلى مكن من التصرف مع الحيز بطريقة جديدة، كما هو الحال في كاتدرائية ريمز Rheims. فقد أزيح الثقل عن الجدران، التي أصبح بالإمكان الآن تثقيبها بالنوافذ وتزيينها بالزجاج. وأصبح الأثر الشامل هو أن يعلق البناء كالقفص من سقفه المنحني في قوس. أما داخل البناء فانه مفتوح كبير الحيز لأن الهيكل من الخارج.

و يصف جون رسكين John Ruskin تأثير القوس القوطي بشكل يثير الإعجاب بقوله<:تتنصب الأبنية المصرية والإغريقية بالدرجة الأولى بوساطة وزنها وكتلتها حجرا مرتكزا على آخر. ولكن في القباب القوطية والزخارف أعلى نوافذها نجد صلابة تشبه صلابة العظام في اليد أو الطرف أو في ألياف الشجرة. فثمة إجهاد مرن وانتقال القوة من جزء لآخر، والى جانب ذلك هنالك تعبير جدي عن هذه الخاصة في كل خط مرئي من خطوط ذلك البناء».

من بين كل النصب للجرأة البشرية، ليس ثمة ما يماثل هذه الأبراج من الزخارف والزجاج التي تكشفت لضوء أوربا الشمالية قبل سنة 1200 للميلاد. فتشييد هذه «الوحوش» الضخمة المتحدية يعتبر إنجازا مذهلا لبعد النظر الإنساني، أو بالأحرى لعمق الحدس الإنساني، نظرا لأنها شيدت قبل أن يحسب أي عالم رياضي القوى التي تفعل فيها. وبالطبع لم يحدث ذلك دون



اللوحة رقم (12)

بقيت الدائرة أساس القوس، عندما عم استعمال الأقواس في الأقطار العربية. المسجد الكبير في قرطبة.



اللوحة رقم (13)

شيدت الكاتدرائيات بموافقة أهالي المدن ورضاهم، وقام بذلك بناؤون عاديون من عامة الشعب.أقواس كاتدرائية رايمزRheims بيضية الشكل.

أخطاء وفشل ذريع في بعض الأحيان. ولكن أكثر ما يجب أن يلفت نظر عالم الرياضيات حول هذه الكاتدرائيات القوطية هو: كم كان الحدس الإنساني في بنائها صحيحا؟ وكيف تقدم الحدس بسلاسة وتعقل من تجربة بناء إلى تجربة البناء الذي تلاه ؟

وقد شيد الكاتدرائيات-بموافقة أهالي المدن ولهم-بناؤون عاديون. ولم تكن تمت بصلة تقريبا لهندسة البناء المعمارية السائدة في تلك الأيام، والخاصة بالأبنية العادية التي تستعمل كل يوم، ومع ذلك يصبح كل تحوير وتجديد فيها ابتكاراً. أما من الناحية الميكانيكية فقد تحول تصميم القوس الروماني نصف الدائري، إلى قوس قوطي بيضي عال بحيث إن الإجهاد يسري خلال القوس إلى خارج البناء.

وقد حدث بعد ذلك-في القرن الثاني عشر-انعطاف ثوري مفاجئ تمثل في الاتجاه إلى نصف القوس في العمارة، أي إلى ما يسمى الدعائم المعلقة. وفي هذا النمط من الدعائم يجري الإجهاد مثلما يجري في الذراع عندما أرفع يدي وأضغط بها ضد البناء وكأنني أسنده، وبذا لا يكون هناك حجارة في البناء حينما لا يكون هناك إجهاد. ولم يتم بعد ذلك إضافة أي ابتكار أساسي جديد في فن العمارة إلى أن تم اختراع الفولاذ وأبنية الإسمنت المسلح.

ويتكون لدى المرء شعور بأن الإنسان الذي سمم هذه الأبنية الشاهقة كان مأخوذا بسيطرته على القوة الموجودة في الحجر وإلا فكيف أمكن لهؤلاء الناس أن يخاطروا ببناء قباب شاهقة يصل ارتفاعها إلى 125 و150 قدما، في وقت لم يكونوا يستطيعون فيه حساب أي من الاجتهادات المتولدة ؟ وصحيح أن كاتدرائية بوفيه Beauvais التي بلغ ارتفاعها 150 قدما-والتي لا تبعد أكثر من مئة ميل عن ريمز-قد انهارت. إذ لم يكن بد من أن يلاقي أولئك البناؤون بعض الكوارث. فهناك حدود طبيعية لحجر البناء حتى في الكاتدرائيات. وعندما انهارت كاتدرائية بوفيه عام 1284 م، بعد عدة سنوات من انتهاء العمل فيها، خف الحماس للمغامرة القوطية: وبالفعل لم يحاول أحد بعد ذلك بناء شيء يصل ارتفاعه إلى 150 قدما ومع ذلك فمن المحتمل أن تصميم هذه الكاتدرائية المستند إلى التجربة والخبرة كان سليما، وقد تكون الأرض في بوفية غير صلبة إلى درجة كافية وأنها تزحزحت تحت

ثقل البناء أما قبة كاتدرائية ريمز التي بلغ ارتفاعا 125 قدما فقد ظلت قائمة، ومنذ عام 1250 أصبحت مدينة ريمز مركزا للفنون في أوربا.

لم يكن القوس والدعامة والقبة (التي تعتبر شكلا من أشكال القوس في حركة دائرية) آخر خطوات ثني نسيج الأشياء في الطبيعة ليلائم استعمالاتنا، غير أن ما يقع بعد ذلك يجب أن يكون ذا نسيج أدق وأنعم، إن علينا الآن أن نبحث عن الحدود في المادة نفسها، ويبدو الأمر كأن الهندسة المعمارية تغير مركز اهتمامها في نفس الوقت الذي تعمل الفيزياء الشيء نفسه نحو المستوى المجهري للمادة أي نحو الدقائق، ونتيجة لذلك لم تعد المشكلة تصميم بنية من المواد، بل تصميم المواد من البنية.

لقد حمل البناؤون في رؤوسهم مخزونا حافلا، ليس من الطرز بقدر ما كان من الأفكار التي نمت بالتجربة نتيجة انتقالهم من موقع إلى آخر، وكانوا يحملون معهم صندوقهم المحتوى على أدواتهم الخفيفة، فكانوا يحددون تقاطعات أشكال القباب البيضية ودوائر النوافذ الوردية بالفرجار، وذلك لترتيبها على استقامة واحدة أو لترتيبها في طرز قابلة للتكرار، كما كان الخطان، الشاقولي والأفقي، يحددان بالاستعانة بمسطرة مثبت في رأسها أخرى بشكل أفقي (T)، تماما كما كان الأمر في رياضيات الإغريق، فالخط القائم يعين بواسطة الشاقول، أما الخط الأفقي فلم يكن يحدد بواسطة مقياس التسوية الكحولي، بل بواسطة خط عمودي على الشاقول يعين بواسطة هذه المسطرة.

وكان البناؤون المتجولون نخبة أرستقراطية فكريا في تلك الأيام (مثل صناع الساعات بعد خمسة قرون)، وكانوا يستطيعون أن يجوبوا جميع أنحاء أوربا، واثقين من الحصول على عمل مع الترحيب. وقد أطلقوا على أنفسهم اسم «البناؤون الأحرار» Free Masons، منذ أوائل القرن الرابع عشر، أما الحرفة التي كانوا يحملونها في أيديهم وفي عقولهم فقد كانت تبدو بالنسبة لغيرهم سرا غامضا بقدر ما كانت تراثا تقليديا، كما كان الناس بعامة يعتبرونها ثروة سرية من المعرفة تقع خارج الشكلية المضجرة للتعليم الإلقائي الذي كانت تلقنه الجامعات في تلك الأيام. وعندما أخذت أعمال هؤلاء البنائين بالتضاؤل في القرن السابع عشر، أخذوا يدخلون في نقابتهم أعضاء فخريين، وكان يحلو لهؤلاء أن يعتقدوا بأن مهنتهم ترجع إلى عهد

الأهرام، ولم يكن هذا الادعاء-في الحقيقة-مدعاة للفخر، لأن الأهرام بنيت بهندسة بدائية أكثر من هندسة الكاتدرائيات.

ومع ذلك فهناك في الرؤية الهندسية شيء عالمي، وفي هذا المجال، أود أن أشرح سبب انشغالي بالمواقع الهندسية الجميلة، مثل كاتدرائية ريمز، فما هي علاقة هندسة العمارة بالعلم؟ وبخاصة ما علاقة فن العمارة بالعلم بالطريقة التي كنا نفهم العلم بها في أوائل القرن الحالي؟ أي عندما كان العلم كله أرقاما مثل معامل تمدد هذا المعدن، أو مقدار تردد ذلك الهزاز؟.

وحقيقة الأمر أن مفهومنا للعلم الآن، في أواخر القرن العشرين، قد تبدل جذريا. إننا نرى العلم الآن كوصف وتفسير لتراكيب الطبيعة الداخلية الأساسية، كما أن تعابير مثل: البنية والتركيب، الطراز، الخطة، الترتيب والهندسة المعمارية تتكرر باستمرار في أن وصف نحاول عمله. ولقد عشت بالصدفة مع هذا كل حياتي، وقد أعطاني ذلك دوما سرورا خاصا، فالرياضيات التي مارستها منذ طفولتي كانت هندسية، غير أن سروري ليس مبعثه ذوقي الخاص أو المهني، بل لأن الهندسة أصبحت الآن اللغة العادية للتفسير العلمي، وأمثلة ذلك عديدة، فنحن نتحدث عن: كيف تتكون البلورات وتنمو؟ وكيف تتكون الذرات من أجزائها؟ وأهم من ذلك نتحدث عن الطريقة التي تتكون فيها الجزيئات الحية من أجزائها، فالتركيب اللولبي لجزيء حمض الريبو النووي منقوص الأكسجين أصبح أكثر صورة حية في العلم في السنوات الأخيرة، وهذه الصورة الحية تعيش في تلك الأقواس.

ماذا فعل أولئك الناس الذين شيدوا تلك الكاتدرائيات وغيرها؟ لقد بدءوا بكومة من الحجارة لا حياة فيها ولم تكن كاتدرائية حتما ثم حولوها إلى كاتدرائية باستغلال القوى الطبيعية للجاذبية في رصف الأحجار بنفس الطريقة التي كانت بها تلك الحجارة في طبقاتها في الأرض، وباستغلال الاختراع العبقري؛ اختراع الدعائم المعلقة والأقواس وغيرها. ومن ذلك خلقوا بناء نشأ من تحليل الطبيعة، ثم نما وتطور وأصبح عملية تركيبية رائعة. إن الإنسان الذي يهتم بهندسة الطبيعة اليوم هو من نفس نوع الإنسان الذي ابتاع هذا الفن الهندسي المعماري قبل ثمانية قرون. إن لدى الإنسان موهبة فوق كل المواهب الأخرى التي تجعل الإنسان فريدا بين الكائنات

الحية الأخرى. وهي الموهبة التي تجلت في كل مكان هنا، وهي سروره الشديد باستعمال مهارته وتطويرها.

وهنالك قول عام كثير الترديد في الفلسفة مفاده أن العلم مجرد تحليل أو إرجاع إلى الأصول، كما يؤخذ قوس قزح ويحلل إلى ألوانه، بينما الفن تركيب بحت إذ يأخذ الأجزاء ويجمعها ليركب قوس قزح، وهذه النظرية لطبيعة العلم والفن ليست صحيحة، ذلك أن كل خيال يبدأ بتحليل الطبيعة. وقد قال ذلك مايكل أنجلو ضمنا في كل منحوتاته، (و يتضح ذلك بصورة خاصة في أعمال النحت التي لم ينهها)، كما قال ذلك أيضا بصراحة في قصائده التي وصف بها العمل الخلاق.

«فعندما تتحد اليد مع العقل» تفرض المادة ذاتها عن طريق اليد، محددة بذلك، مقدما، شكل العمل للعقل، فالنحات-مثل البناء-يشعر بالشكل الموجود داخل الطبيعة، وهذا الشكل موجود ومتوفر سلفا في هذا الكون. يقول مايكل أنجلو:

إن أعظم الفنانين لا يملك فكرا يريه (للناس)
إلا أن يكون متضمنا في الحجر الطبيعي داخل قشرته الزائدة
وكل ما تستطيع أن تعمله اليد العاملة في خدمة العقل،
هو أن تكسر سحر الرخام.

وفي الوقت الذي كان فيه مايكل أنجلو ينحت رأس بروتوس، كان هنالك رجال آخرون يقطعون له الرخام من المحاجر. وقد بدأ مايكل أنجلو كأحد رجال المقالع أو المحاجر في كارارا، وكان ما زال يشعر بأن المطرقة التي في أيديهم ويده كانت تتلمس طريقها في الحجر بحثا عن شكل موجود فيه سلفا.

ولا يزال رجال المقالع يعملون في كارارا الآن، يقتطعون الرخام للنحاتين المعاصرين الذين يفدون إلى هذه المنطقة، أمثال مارينو ماريني وجاك ليشتس وهنري مور. ورغم أن وصفهم لأعمالهم لم يكن شاعريا بقدر وصف مايكل أنجلو لأعماله، فإنهم يحملون نفس الشعور، فآراء هنري مور التي فكر بها وهي تعود به إلى عبقري كارارا الأول-مايكل أنجلو-تبدو موائمة. إذ يقول هنري مور:

«في البداية، عندما كنت نحاتا شابا، لم يكن بمقدوري شراء الحجر



اللوحة رقم (14)

«كل ما تستطع أن تعمله اليد العاملة في خدمة العقل هو أن تكسر سحر الرخام»
رأس بروتس كما نحته مايكل انجلو

الثمين، وكنت أحصل على حجري بزيارة ساحات الحجارة وأخذ ما كانوا يسمونه «القطع العشوائية»، ثم كان علي أن أفكر بنفس الطريقة التي يمكن أن يكون مايكل أنجلو قد فكر بها، بحيث إن على المرء أن ينتظر حتى تأتيه الفكرة التي تلائم شكل الحجر، وأن يكون قد رأى الفكرة في قطعة الحجر تلك».

ومن الواضح أنه ليس صحيحا-بالمعنى الدقيق للكلمة-أن النحات يتخيل ثم ينحت ما هو موجود سلفا في قطعة الصخر. ومع هذا فالمجاز ينطق بالحقيقة حول علاقة الاكتشاف الموجودة بين الإنسان والطبيعة، ومن الأشياء المميزة التي تلقي ضوءاً على هذا أن فلاسفة العلوم (وخاصة لايبنتر Leibniz) لجئوا لاستعمال نفس المجاز-أي أن يحفز عرق في الرخام العقل. فن ناحية، يمكن القول بأن كل شيء نكتشفه موجود سلفا هناك: فمثلا الشكل المنحوت، والقانون العلمي الطبيعي تخفيهما كليهما المادة الخام في داخلها. ومن ناحية أخرى فان ما يكتشفه إنسان، إنما يكتشفه ذلك الإنسان نفسه، بمعنى أن الأمر لن يتخذ نفس الشكل على يد إنسان آخر، فلا الشكل المنحوت ولا القانون العلمي سيكونان نسختين متطابقتين عندما ينتجهما عقلان مختلفان في عصرين متباينين. فعملية الاكتشاف علاقة مزدوجة من التحليل والتركيب معا. فكتحليل تبحث هذه العملية عما هو موجود هناك. ولكنها كتركيب بعد ذلك تقوم بجمع الأجزاء إلى بعضها بشكل يتخطى فيه الفكر الخلاق مجرد الحدود ومجرد الهيكل الذي تقدمه الطبيعة.

والنحت فن حسي-يرضي الحواس (فأهل الإسكيمو مثلا ينحتون قطعا صغيرة لا يقصد منها مشاهدتها، بل تداولها فقط). لذا لابد أن يبدو غريبا أن اختار كنموذج للعلم، الذي يفترض أن يكون جهدا تجريديا وباردا، نماذج من عمل النحت والهندسة المعمارية التي تتصف بالدفء. ورغم ذلك فإنني اعتقد أن هذا الاختيار صحيح. ذلك أن علينا أن ندرك أنه لا يمكن فهم العالم وعقله إلا عن طريق العمل، وليس عن طريق التأمل. فاليد أكثر أهمية من العين. ونحن لسنا من حضارات التأمل والتسليم التي وجدت في الشرق الأقصى أو العصور الوسطى، والتي كانت تعتقد بأن العالم وجد فقط كي يُرى أو يفكر فيه-تلك الحضارات التي لم تمارس العلم بالشكل المميز عندنا. فنحن إيجابيون نشطون، وندرك حقا بأن ثمة شيئا أعمق من

مجرد حدث رمزي في تطور الإنسان، وهو أن اليد هي التي تدفع إلى تطور الدماغ فما بعد. وقد سمى بنجامين فرانكلين الإنسان، عام 1778، «حيوانا يصنع الأدوات» وهو قول صحيح حقا.

لقد وصفت اليد عندما تستعمل أداة ما، بأنها وسيلة الاكتشاف، وهذا لب موضوع هذه المقالة. ونشاهد ذلك واضحا في كل وقت يتعلم فيه الطفل كيف يربط بين اليد والأداة-مثل ربط حذائه، أو امرار الخيط بعين الإبرة، أو تطيير طائرة ورقية، أو اللعب بصفارة رخيصة. وثمة شيء يرافق حدوث الفعل العملي ألا وهو اكتشاف لذة في العمل من أجل العمل ذاته، وذلك في المهارات التي يتمكن المرء من إتقانها، والتي ما كان ليتقنها أصلا لولا سروره بها. وهذا الأمر هو الدافع العميق وراء كل عمل مبدع في المجالين الفني والعلمي. كسرورنا الشاعري بما يفعله الناس لأنهم استطاعوا فعله. وأكثر الأشياء إثارة في هذا الأمر أن الاستعمال الشعري المرهف هو الذي يعطي في النهاية النتائج ذات الأثر العميق. فحتى في مرحلة ما قبل التاريخ، نجد أن الإنسان قد صنع أدوات ذات حد أمضى مما كانت الحاجة تدعو إليه. ولكن هذا الحد الأكثر مضاء أدى بدوره إلى أن تستعمل هذه الأداة استعمالا أدق، لقد كان ذلك تحسينا عمليا أدى إلى امتداد رقعة استعمال هذه الأداة ودخولها مجالات لم تصمم لها أصلا.

لقد أطلق هنري مور على إحدى منحوتاته اسم «حد السكين» ويرمز بها إلى أن اليد هي حافة العقل الحادة القاطعة. والحضارة ليست مجموعة من المصنوعات من نتاج العقل، بل إنها إتقان وتطوير العمليات. وفي النهاية، فما مسيرة الإنسان وتقدمه عبر العصور سوى تحسين عمل اليد البشرية وصقله.

ولعل أهم حافز وأعظم دافع في ارتقاء الإنسان هو متعته في ممارسة مهارته وحذقه. فهو يحب ممارسة ما يتقن أو يحسن عمله، وعندما يقوم بعمل جيد فانه يحب أن يقوم به بشكل أفضل في المرة القادمة. ويمكنك أن تلاحظ ذلك في علمه. كما تلاحظ ذلك في العناية الحانية التي هي أشبه بالحب وفي الفرح والحبور والجرأة التي تتملكه خلال إنجازه عمله. ومن المفروض أن تشييد النصب إنما هو إحياء لذكرى الملوك والأبطال وتخليد لعقيدة فكرية أو دينية، بيد أننا في النهاية نجد أن الإنسان الذي تخلده



اللوحة رقم (15)

نصب شيدها إنسان لم تكن لديه أية معدات علمية تفوق تلك التي كانت بحوزة البناء القوطي.
أبراج واتس Watts في لوس أنجلوس.

هذه النصب هو البناء أو النحات.

وهكذا فإن فن عمارة المعابد الكبرى في كل حضارة يعبر عن هوية الفرد وارتباطه بالنوع الإنساني. ولذا فان تسمية ذلك تقديس الأجداد-كما هو الأمر في الصين-إنما تكون تسمية ضيقة جدا. وواقع الأمر أن النصب تتحدث عن الإنسان الميت إلى الإنسان الحي، وبذا ترسخ حسا بالخلود، وهو وجهة نظر إنسانية مميزة. والحس بالخلود هذا مفهوم فكري بأن الحياة الإنسانية تشكل استمرارية تفوق وتعلو الفرد ولكنها تمر عبره. فالرجل الذي دفن وهو على ظهر حصانه أو ملك الأنجلو-ساكسون الذي

دفن تقديرا له في سفينة في موقع (ساتون هوو) بإنجلترا أو في نصب تذكارية في العصور التالية إنما كانوا تعبيرا عن اعتقادهم بأن هناك وحدة هي البشرية ونحن ممثلون لها في الحياة والموت.

ولا يسعني أن أنهي مقالتي هذه، دون أن أعود إلى النصب المفضلة لدي. تلك النصب التي شيدها إنسان لم تكن لديه أية معدات علمية تفوق تلك التي كانت لدى البناء القوطي. وهذه النصب هي أبراج واتس Watts، التي بناها الإيطالي سيمون روديا في لوس أنجلوس. لقد قدم هذا الإنسان من إيطاليا إلى الولايات المتحدة في سن الثانية عشرة، وعندما بلغ سن الثانية والأربعين وكان قد عمل حتى ذلك الحين في رصف البلاط وإصلاح الأعطال المنزلية، خطر في ذهنه بصورة مفاجئة أن يبني في حديقة منزله الخلفية تلك الأبراج الضخمة من أسلاك المداجن وقطع روابط قضبان سكك الحديد، ومن قضبان فولاذية ومن الأسمنت وأصداف البحر وبعض قطع الزجاج المكسر، والبلاط، وأي شيء استطاع أن يجده، أو ما جلبه له أطفال الجوار. وقد استغرق بناء ذلك زهاء ثلاثة وثلاثين عاما. ولم يساعده في ذلك أحد لأنه وفق ما ذكر «لم أكن أعرف-معظم الوقت-ماذا كان علي أن أفعل !» وقد أنهى هذا العمل عام 1954، وكان قد بلغ الخامسة والسبعين من عمره. ثم وهب البيت والحديقة والأبراج إلى أحد جيرانه، وببساطة غادر الحي.

وكان سيمون روديا قد قال «لقد كان في ذهني دوما أن علي أن أعمل شيئا ضخما، ولقد قمت بذلك. وعلى المرء أن يكون جيدا جدا أو سيئا جدا حتى يذكره الناس». وقد تعلم روديا مهارته الهندسية تدريجيا وهو يمارس عمله ويستمتع به. وكانت دائرة المباني في مدينة لوس أنجلوس قد قررت أن تلك الأبراج ليست آمنة، وقامت بفحصها للتأكد من سلامتها عام 1959. ولحسن الحظ فقد جاءت نتيجة الفحص مخيبة لآمال دائرة المباني التي حاولت هدمها. وهكذا بقيت أبراج واتس حرية منتصبة شاهدة على عمل يدي سيمون روديا، ونصبا فنيا شيد في القرن العشرين، لينقلنا ثانية إلى المهارة البسيطة والسعيدة والأساسية التي نمت وتنمو منها كل معرفتنا بقوانين الميكانيكا.

والأداة التي هي امتداد لليد البشرية هي أيضا أداة رؤية. فهي تكشف

النقاب عن بنية الأشياء وتجعل من الممكن جمع الأجزاء مع بعضها، ضمن تكوينات جديدة طموحة ولكن، بالطبع، ما هو مرئي ليس التركيب الوحيد في العالم. إذ أن هناك تركيبا أدق موجود تحته. والخطوة التالية في ارتقاء الإنسان تكن في إيجاد أداة تكشف عن البنية الداخلية غير المرئية للمادة.

# الهوامش

(١) ينشق وفقه عند طرقه. بأي شكل.

# 3 البنية الخفية

ثمة غموض خاص وسحر معين في علاقة الإنسان بالنار-النار التي هي إحدى عناصر الإغريق الأربعة (التي قالوا بأنها أصل المادة)، كما أنها الوحيدة بين هذه العناصر، التي لا يمكن لحيوان أن يعيش فيها، (على عكس العناصر الأخرى التراب والماء والهواء). وقد عرفنا أن العلوم الفيزيائية الحديثة تهتم كثيرا بالبنية الدقيقة الخفية للمادة. وهذه البنية الخفية لم تكشف أسرارها بادئ ذي بدء إلا بوساطة أداة النار الحادة. ورغم أن طريقة التحليل بدأت منذ آلاف السنين لأهداف عملية (مثل استخلاص الملح والمعادن) إلا أنها انطلقت بفعل سحر الجو الذي ينبعث من النار: وهذا الجو هو إحساس السيميائيين Alchemists (الكيماويين القدامى) بأن المواد يمكن أن تتبدل وتتغير بطرق لا يمكن التنبؤ بها. وهذه هي الصفة السحرية المقدسة التي تجعل النار مصدرا للحياة وكائنا حيا ينقلنا إلى عالم سفلي خفي داخل العالم المادي. وهناك كثير من الوصفات القديمة التي تعبر عن هذا المعنى.

« كلما ازداد تسخين مادة الزنجفر Cinnabar (كبريت الزئبق، HgS) ازدادت المواد المتسامية منها

* «بالنار يطوع الحدادون الحديد ليجعلوا منه شكلا جميلا، هو صورة عن أفكارهم، ولولا النار لما استطاع أي صائغ فنان أن يشكل الذهب ويمنحه ذلك اللون الشديد النقاء. كلا ولن تبعث العنقاء حية إلا إذا احترقت بالنار».
**(مايكل أنجلو) الأغنية 59**

* «ما تم إنجازه بالنار هو السيمياء (الكيمياء القديمة)، سواء أتم ذلك في الفرن أم في موقد المطبخ».
**(بارسيلسوس)**

حسنا ورقة وفي النهاية يصبح زئبقا لماعا. وبامرار الزئبق خلال سلسلة من التساميات الكيميائية، فانه يعود وينقلب إلى زنجفر ثانية، وهكذا يتمكن الإنسان من التمتع بحياة سرمدية. تلك هي التجربة التقليدية التي كان سيميائيو العصور الوسطى يثيرون بواسطتها الوجل في نفوس مشاهديهم، من ربوع الصين حتى أسبانيا. إذ كانوا يأخذون مادة الزنجفر حمراء اللون، التي هي كبريت الزئبق، ويسخنونها على النار، فينطلق الكبريت في هذه الحال، مخلفا وراءه لؤلؤة نادرة من معدن فضي رجراج هو الزئبق، الأمر الذي يثير الوجل والدهشة في نفوس من تجري التجربة أمامهم، وعندما يسخن الزئبق الناتج في الهواء فانه يتأكسد، ولكنه لا يعود ثانية إلى الزنجفر (كما تقول الوصفة السابقة) بل إلى أكسيد الزئبق وهو ذو لون أحمر أيضا. بيد أن تلك الوصفة لم تكن مخطئة تماما، إذ أن الأكسيد يمكن أن يعود إلى زئبق حر ثانية، وينقلب من اللون الأحمر إلى اللون الفضي. كما يمكن أن يتأكسد الزئبق إلى أكسيد الزئبق ويتحول اللون الفضي إلى أحمر، وهكذا.. كل ذلك بفعل النار والحرارة.

وتلك التجربة ليست هامة بحد ذاتها، رغم أن السيميائيين كانوا يعتقدون قبل عام 1500 بعد الميلاد أن الكون يتألف من هذين العنصرين. ولكن هذه التجربة تُري شيئا هاما وهو أن النار كانت تعتبر في الماضي لا عنصر هدم وتدمير بل عنصر تحويل. ذلك كان سحر النار. ومازلت أذكر حديث الدوس هكسلي لي خلال أمسية طويلة إذ كان يقول لي وقد ملأ يديه البيضاوين نحو النار<:هذه النار هي التي تحول. وهناك العديد من الأساطير التي تبين ذلك ولعل أهمها أسطورة العنقاء phoenix التي تولد من جديد في النار وتعيش مرة بعد مرة في أجيال متعاقبة». إن النار هي صورة الشباب والدم واللون الرمزي في الياقوت والعقيق والزنجفر، وفي الأتربة والأصبغة الحمراء التي كان الرجال يطلون بها أنفسهم في الاحتفالات. وعندما جلب بروميثيوس النار للإنسان، في الأساطير الإغريقية، منحه الحياة وجعله نصف اله. ولهذا السبب عاقبت الآلهة بروميثيوس (حسب تلك الأساطير).

وعلى ما أعتقد، عرف الإنسان القديم النار بشكل عملي قبل حوالي أربعمائة ألف عام. أي قبل العصر الحجري الأول بثلاثمائة وسبعين ألف عام، وقد وجدت آثار النار في كهوف إنسان بكين الذي عاش قبل العصر

المجري أيضا. ومنذ ذلك الحين عرفت كل الحضارات النار واستفادت منها واستعملتها، علما بأنه ليس من المؤكد أنها جميعا عرفت كيف تشعلها فقد وجد أن إحدى القبائل (وهي قبيلة الأقزام في غابة الأمطار الاستوائية في جزر أندامان جنوب بورما) كان أفرادها يرعون النار التي تنشأ في الغابة من صواعق أو غيرها من العوامل الطبيعية ويزيدونها وقودا، ولكنهم لم يكونوا يعرفون كيف يشعلون النار بأنفسهم. وبشكل عام، استخدمت مختلف الحضارات النار لنفس الأغراض: المحافظة على الدفء، وطرد الوحوش المفترسة وإزالة الأشجار لعمل فسحة من الأرض الفضاء وعمل تحويلات في المادة كالطبخ وتجفيف الأخشاب وكذلك تسخين الحجارة وتفتيتها. بيد أن التحول الكبير الذي ساعد في جعل حضارتنا تمتد عمقا يعود إلى استعمال النار للكشف عن صنف كامل جديد من المواد، ألا وهو المعادن، وتعتبر هذه العملية واحدة من أعظم الخطوات الفنية بل إنها وثبة في سلم ارتقاء الإنسان تقف على قدم المساواة مع الاختراع الكبير-ابتكار الأدوات المجرية. وتعود أهمية ذلك إلى اكتشاف الإنسان أن في النار أداة اكثر مضاء في تفكيك المادة. والفيزياء هي السكين التي تقطع نسيج الطبيعة، أما النار (السيف الملتهب) فهي السكين التي تغوص قاطعة ما تحت التركيب المرئي. وقبل عشرة آلاف سنة تقريباً، أي بعد مضي فترة ليست بالطويلة على استقرار المجتمعات الزراعية، بدأ الإنسان في الشرق الأوسط يستعمل النحاس. بيد أن استعمال المعادن لا يمكن أن ينتشر إلا بعد إيجاد طريقة منتظمة للحصول عليها. وهذه الطريقة هي استخلاص المعادن من خاماتها، وهي طريقة نعرف الآن أنها بدأت منذ اكثر من سبعة آلاف سنة تقريبا، أي حوالي عام 5000 ق. م في بلاد الفرس وأفغانستان. ففي ذلك الوقت وضع الإنسان حجر المالاكيت الأخضر (أحد خامات النحاس) في النار متعمدا ذلك لقصد، فسال المعدن الأحمر-النحاس-الذي ينطلق من خامة، لحسن الحظ، في درجة حرارة معتدلة. وقد أدرك الناس أن ذلك المعدن السائل هو النحاس، لأن هذا المعدن كان موجودا في بعض الأحيان على شكل كتل فوق سطح الأرض. وكان الناس يأخذون هذه الكتل ويطرقونها ويشكلونها ثم يستعملونها قبل ألفي عام من استخراج النحاس من خامة بالتسخين.

كما عرف العالم الجديد أيضا النحاس واشتغل الناس به واستخرجوه

من خامة بالتسخين منذ أيام المسيح. ولكن الأمر توقف هناك عند هذا الحد. وفي العالم القديم فقط طور الناس استعمال المعادن لتصبح العمود الفقري في الحياة المتحضرة. وبذلك اكتشف الإنسان فجأة أن سيطرته قد ازدادت بصورة هائلة. إذ أصبحت تحت تصرفه مادة يمكن سكبها ضمن قوالب معينة، كما يمكن سحبها وطرقها وتشكيلها، مادة يمكن تحويلها إلى أداة أو زينة أو إناء، كما يمكن إلقاؤها في النار ثم إعادة تشكيلها بشكل آخر. ولكن هناك موطن ضعف وحيداً في النحاس، وهو أن هذا المعدن طوي نسبيا ولا يتمتع بمتانة كافية. فحالما يوضع النحاس تحت تأثير إجهاد معين، كأن يشد وهو على شكل سلك مثلا، فانه ينسحب مع قوة الشد ويطول بشكل واضح حتى ينقطع. ذلك أن النحاس الصافي، كأي معدن آخر، يتألف من طبقات من البلورات منضدة. وهذه الطبقات عبارة عن رقاقات توضع فيها ذرات المعدن في نظام شبكي منتظم، وعند الشد تنزلق الطبقة منها فوق الأخرى إلى أن تنفصل في النهاية عن بعضها. فعندما يبدأ السلك النحاسي بالاختناق أو بتكوين عنق (أي عندما يتولد فيه ضعف) فان انقطاعه الذي يلي ذلك لا يكون نتيجة الشد بقدر ما يكون نتيجة لانزلاق داخلي فيه أي انزلاق طبقاته الداخلية على بعضها وبالتالي انفصالها.

وبالطبع لم يفكر النخاس بهذا الأسلوب قبل ستة آلاف عام. والمشكلة الصعبة التي واجهته كانت تتمثل في أنه لا يمكن عمل حافة حادة للنحاس.

وهكذا توقف ارتقاء الإنسان فترة متحفزا بانتظار المرحلة القادمة التي تمثلت في إيجاد معدن صلب ذي حد قاطع. وإذا كان ذلك يبدو ادعاء كبيرا بتقدم فني، فما ذلك إلا لأنه كاكتشاف كانت الخطوة التالية فيه متناقضة وغير معقولة بتاتا من جهة، وجميلة من جهة أخرى.

ولو نحن تصورنا الخطوة التالية وفق المفاهيم العلمية الحديثة، لوجدنا أن ما كان يجب عمله أمر سهل للغاية. ذلك أننا نعرف الآن أن النحاس كمعدن نقي مادة لينة نسبيا لأن بلوراته تترتب في طبقات متوازية بحيث يسهل أن تنزلق الطبقة منها فوق الأخرى (ويمكن جعله أصلب نوعا ما بواسطة الطرق الذي يؤدي إلى تحطيم البلورات الكبيرة وجعلها ذات نتوءات تتداخل ببعضها فتمنع الانزلاق بعض الشيء). ونستطيع الاستنتاج من هذا أنه إذا استطعنا أن ندخل شيئا خشنا في تلك البلورات فان ذلك سوف

يمنع الطبقات من الانزلاق ويجعل المعدن أصلب وأصلد. وبالطبع، وفق مقياس بنية المعدن الدقيقة التي أصفها، يجب أن تكون المادة الخشنة المضافة ذات ذرات مغايرة لذرات النحاس، وأن تحل محل بعضها في البلورات المعدنية بمعنى أن علينا أن نصنع سبيكة تكون بلوراتها اكثر صلابة بسبب كون الذرات فيها ليست من نوع واحد. إن الإيضاح الذي جاء في الفقرة السابقة يمثل الصورة الحديثة. إذ أنه خلال الخمسين سنة الماضية فقط توصلنا إلى إدراك أن خصائص السبائك الخاصة تتحدد بتركيبها الذري، ومع ذلك فانه-سواء بالحظ أو بالتجربة-تمكن الذين كانوا يعملون قديما في صهر خامات المعادن لاستخلاصها من إيجاد الجواب: أي أنه عندما يضاف للنحاس معدن حتى ولو كان ألين منه-كالقصدير-فان الناتج يكون سبيكة أصلب وأطول عمرا من كلا المعدنين السابقين. تلك هي سبيكة البرونز. وقد يكون الحظ قد لعب دورا في هذا الاكتشاف لأن خامات القصدير كانت غالبا ما توجد، في العالم القديم، إلى جانب خامات النحاس. وفي غالب الأمر تكون أية مادة نقية ضعيفة كما أن العديد من الشوائب تصلح لأن تجعلها أقوى. وما يقوم به معدن القصدير في هذا المجال ليس عملا فريدا، بل هو وظيفة عامة، هي زيادة خشونة المادة النقية ذريا، فدخول ذرات غير متجانسة مع المادة النقية والتصاقها بنقاط وزوايا في الشبكة البلورية يجعل من هذه الذرات نقاط خشونة تمنع انزلاق الطبقات البلورية على بعضها. لقد حرصت على العناية بوصف طبيعة البرونز بأسلوب وتعابير علمية لأن اكتشاف البرونز اكتشاف رائع. وهو رائع أيضا لأنه يميط اللثام عن الإمكانات الكامنة التي تتضمنها عملية جديدة، والإمكانات التي تضعها بين يدي المتداولين بها. ولقد بلغت الأعمال البرونزية أوجها في الصين، من حيث روعة التعبير ودقته. ومن المؤكد أن البرونز قد أتى إلى الصين من الشرق الأوسط، حيث تم اكتشافه لأول مرة حوالي عام 3800 ق. م، ويُعتبر أوج العصر البرونزي في الصين بداية الحضارة الصينية كما نعرفها-حضارة أسرة شانغ قبل عام 1500ق. م.

حكمت أسرة شانغ مجموعة من المناطق الإقطاعية في وادي النهر الأصفر، وأوجدت لأول مرة دولة موحدة وثقافة في الصين. ومن كل ناحية، كانت تلك الحقبة فترة تكوين ففيها تطورت أعمال السيراميك وثبتت الكتابة.

(والشيء المذهل حقا، الذي وصلنا من تلك الفترة هو الخط اليدوي المرسوم على البرونز والسيراميك). وصار البرونز في أوج هذه المرحلة يُعمل بلمسات شرقية عنيت بالتفصيلات الدقيقة، وهذا ما يجعله ساحرا بحد ذاته.

وصنع الصينيون القوالب لصب البرونز من قطع فخارية يتم تشكيلها حول نواة من الفخار (السيراميك). وبما أن تلك القطع الخارجية للقالب مازالت موجودة حتى الآن يمكننا أن نعرف كيف كانت تجري تلك العملية. ويمكننا تتبع عملية تحضير النواة الأساسية ثم حفر الأشكال أو الطرز وبخاصة كتابة الحروف على القطع الخارجية التي تشكل حول النواة وهذه القطع تشكل بالنتيجة الشكل الخارجي للقالب الفخاري الذي يسخن بالنار حتى يصبح صلبا ليستطيع احتواء المعدن المصهور الذي يصب فيه. ونستطيع حتى متابعة تحضير البرونز تقليديا. فنسبة النحاس إلى القصدير التي استعملها الصينيون كانت دقيقة إلى حد لا بأس به، ويمكن الحصول على البرونز باستعمال نسبة من القصدير تتراوح بين خمسة بالمائة وعشرين بالمئة مضافة إلى النحاس. بيد أن أفضل أنواع البرونز الصيني في تلك الحقبة كان يحوي 15 بالمائة من القصدير. وهي نسبة تكون فيها دقة صب البرونز كاملة، أضف إلى ذلك أن تلك النسبة تنتج سبائك برونز أصلب من النحاس بثلاث مرات تقريبا.

وتعتبر النماذج البرونزية الصينية العائدة لحقبة أسرة شانغ أشياء مقدسة وذات أهمية خاصة في الاحتفالات الرسمية، إنها كانت تعبر للصين عن عبادة ضخمة، تلك العبادة التي عُبر عنها في أوروبا في نفس الوقت ببناء ستونهنج في إنجلترا، (وهو بناء من صخور ضخمة مرتبة بحيث تمر أشعة الشمس من بينها بالترتيب في كل شهر من أشهر السنة-وهو بناء ديني). وهكذا أصبح البرونز اعتبارا من ذلك الوقت مادة تستعمل لكل الأغراض، مثله مثل البلاستيك بالنسبة لعصرنا، وكانت له هذه الخاصة المميزة حيثما وجد سواء أكان ذلك في أوروبا أم في آسيا. ولكن، في قمة مهارة الصين الحرفية، كان البرونز يعبر عن شيء اكثر من ذلك، فالبهجة التي تشع من هذه الأعمال الصينية-آنية النبيذ والطعام-وبها جزء لعوب وجزء مقدس هي أن تلك الأعمال تشكل فنا نما تلقائيا من خلال المهارات الفنية الفردية، فالصانع محكوم وموجه بالمادة، وتجد تصميم صانع العملية ينساب في

الشكل وما يبدو على السطح، بينما الجمال الذي يبدعه هذا الصانع، وكذلك الإتقان الذي يبلغه، مبعثهما تكريس ذاته لحرفته.

إن المضمون العلمي لهذه الأساليب التقليدية واضح المعالم له فمع اكتشاف قدرة النار على صهر المعادن، يأتي مع الوقت، الكشف الأعمق عن أن النار تدمج المعادن منتجة سبيكة ذات صفات جديدة، وهذا الكلام ينطبق على الحديد كانطباقه على النحاس. وفي الحقيقة يسير التشابه التاريخي بين هذين المعدنين سيراً متوازياً في كل مرحلة، فقد استعمل الحديد-شأنه شأن النحاس-لأول مرة بشكله الطبيعي، والحديد الخام يصل إلى الأرض في النيازك وهذا هو السبب في أن اسمه بالسومرية «المعدن من السماء». وعندما صهرت خامات الحديد واستخلص الحديد منها فيما بعد، تعرف الإنسان على هذا المعدن لأنه كان قد استعمله سابقا بالشكل الطبيعي. أما الهنود في شمال أمريكا فقد استعملوا حديد النيازك، بيد أنهم لم يتمكنوا من استخلاصه من خاماته، (وكل هذه الحالات والمراحل كانت للنحاس من قبل). وبما أن استخلاص معدن الحديد من خاماته عملية تفوق كثيرا في صعوبتها عملية استخلاص النحاس، لذا كان اكتشاف الحديد المصهور بالطبع اكتشافا متأخرا كثيرا عن اكتشاف النحاس، وأول دليل ثابت على استعماله العملي ربما كانت قطعة (حديد) من أداة ظلت عالقة في أحد الأهرامات، ويعطيها ذلك تاريخا يعود إلى ما قبل عام 2500 ق. م. لكن استعمال الحديد على مستوى واسع بدأه الحثيون قرب البحر الأسود حوالي عام 1500 ق. م، أي في نفس الوقت الذي وصلت فيه صناعة البرونز إلى الأوج في الصين، وبنيت فيه هياكل معبد ستونهنج. وكما بلغ النحاس خير استعماله في سبيكته البرونز، كذلك بلغ الحديد خير استعماله في سبيكته الفولاذ. فبعد خمسمائة سنة من استعمال الحديد أي حوالي 1000 ق. م، تم تصنيع الفولاذ في الهند وعرفت الخصائص الممتازة لمختلف أنواع الفولاذ، غير أن الفولاذ بقي مادة خاصة ونادرة وذات استعمالات محدودة، حتى عهد قريب، فحتى منذ مائتي عام كانت صناعة الفولاذ في شيفيلد بإنكلترا لا تزال صناعة صغيرة ومتأخرة. وكان على بنجامين هنتسمان من الكويكرز عندما كان يريد أن يصنع نابض ساعة دقيق، أن يتحول إلى عامل تعدين وأن يكتشف بنفسه كيف يصنع الفولاذ المناسب لذلك النابض.

ولما كنت قد التفت إلى الشرق الأقصى لأنظر إلى الكمال في أعمال البرونز، فسأورد مثالا من الشرق أيضا عن الأساليب التي استعملت لإنتاج خصائص الفولاذ المميزة، وتصل هذه الوسائل الأوج حسب وجهة نظري في صنع السيف الياباني، الذي كان ولا يزال يصنع بطريقة أو بأخرى منذ عام 800 م، إن صنع السيوف-ككل صناعات التعدين قديما-كانت عملية محاطة بالطقوس وذلك لسبب واضح، فعندما لا يكون لدى المرء لغة مكتوبة، وعندما لا يتوفر ما يمكن تسميته بالمعادلة الكيميائية لصنع الفولاذ، عندئذ، يجب أن تجرى عملية صناعة السيف وفق بعض الطقوس المحددة التي تقرر وتثبت تعاقب العمليات حتى تظل دقيقة دون أن تنسى. فهنالك نوع من ضرب الأيدي بتعاقب، وهذا شبيه بتسلسل السلطات في المسيحية من المسيح عليه السلام إلى الحواريين ثم الباباوات. ففي عمل اليابانيين يبدو وكأن جيلاً يمنح بركته للمواد والنار وصانع السيف ثم يورث ذلك كله للجيل الذي يليه، فالشخص الذي كان يصنع السيف في اليابان يحمل لقب» تمثال الثقافة الحي «، وهو لقب رسمي تمنحه الحكومة اليابانية للمتفوقين في الفنون القديمة، واسم صانع السيف هذا، غيتسو. ويعتبر هذا بالمفهوم الرسمي أنه في حرفته ينحدر مباشرة من ماسامونه masamune الذي أتقن صناعة السيوف إلى درجة الكمال في القرن الثالث عشر، لصد المغول. أو هكذا تروى قصص التراث الياباني، وكل ما نعلمه بالتأكيد أن المغول حاولوا في تلك الفترة غزو اليابان من الصين، تحت قيادة قبلاي خان الشهير حفيد جنكيز خان. وكان اكتشاف الحديد بعد اكتشاف النحاس، لأن الحديد يحتاج إلى حرارة أكثر في كل مرحلة من مراحل صنعه: في تعدينه بصهر خاماته، وفي تصنيعه، ثم بالطبع في عملية إنتاج سبيكته الفولاذ. (درجة حرارة انصهار الحديد هي 1500 درجة مئوية أي أنها أعلى بحوالي 500 درجة مئوية من درجة انصهار النحاس). والفولاذ اكثر حساسية من البرونز سواء في معالجته الحرارية أو في استجابته للعناصر التي تضاف إلى الحديد ففي سبيكة الفولاذ يضاف للحديد نسبة ضئيلة من الكربون، أقل من واحد بالمئة عادة، وأي تبديل في هذه النسبة يؤدي إلى تغيير في نوعية الفولاذ الناتج. وتعكس عملية صناعة السيف الرقابة الدقيقة على نسبة الكربون في الفولاذ، وعلى المعالجة الحرارية وهما العاملان اللذان يجعلان

الجسم الفولاذي بمواصفات تناسب وظيفته تماما. وحتى مواصفات الكتلة الفولاذية التي يصنع منها السيف ليست أمرا بسيطا سهلا ؛ ذلك أن السيف يجب أن يجمع بين خاصتين مختلفتين ومتعارضتين من خصائص مادته، وهما أن يكون مرنا، ورغم ذلك أن يكون صلبا أيضا. وهاتان الخاصتان ليستا من الخصائص التي يمكن أن تُضمن نفس المادة إلا إذا كانت تتألف من طبقات متتالية. ولتحقيق ذلك تقطع الكتلة الفولاذية إلى قسمين ينضدان فوق بعضهما ثم يجمعان ويطرقان، وتكرر العملية مرة تلو الأخرى من أجل الحصول على العديد من السطوح الداخلية. والسيف الذي كان يصنعه المعلم غيتسو كان يتطلب منه أن يكرر تلك العملية خمس عشرة مرة، وهذا يعني أن عدد طبقات الفولاذ المنضدة فوق بعضها في السيف تبلغ (152) طبقة (اثنتان مرفوعتان إلي القوة 15) أي ما يزيد على ثلاثين ألف طبقة، وكل طبقة مرتبطة بالتي تليها، ولكل منهما خصائصها المختلفة. ويبدو الأمر كمن يحاول جمع مرونة المطاط مع صلابة الزجاج، وفي الحقيقة ليس السيف أساسا سوى شطائر عديدة جدا من فولاذ تتعاقب في طبقاته هاتان الخاصتان. وفي المرحلة الأخيرة يجهز السيف بتغطيته بالطين بسماكات متباينة، بحيث إنه إذا أحمى ثم غمر في الماء فسيبرد بسرعات متفاوتة. ويجب الحكم بدقة على درجة حرارة الفولاذ في هذه اللحظة الأخيرة، والحكم على درجة الحرارة-كما كان الحال في حضارة الصين بدون مقاييس للحرارة-كان يجري بمراقبة السيف وهو يُحمى حتى يتوهج بلون شمس الصباح.

وإنصافا لصناع السيوف يجب عليّ القول بأن اتخاذ تلك الألوان مقياسا كان أمراً متبعا تقليديا في صناعة الفولاذ في أوروبا؛ ففي أواخر القرن الثامن عشر كانت درجة الحرارة المناسبة التي يجب أن تُحمى عليها الفولاذ قبل سقايته تقاس عندما يتوهج بلون أصفر كصفرة التبن أو بلون ارجواني أو أزرق، كل لون توهج للاستعمال الذي يصنع الفولاذ من أجله.

والقمة في صناعة السيف لا تعدو كونها عملا كيميائيا، وهي سقي الفولاذ وإطفاؤه بالماء أو بالزيت، الأمر الذي يعطي السيف الصلابة المطلوبة ويثبت فيه الخصائص المختلفة، ذلك أن معدل سرعة التبريد تنتج بلورات من الفولاذ مختلفة الأشكال والأحجام باختلاف سرعة التبريد تلك؛ بحيث

تنتج بلورات ملساء في داخل السيف المرن وبلورات صغيرة ذات حواف بها نتوءات خشنة في حد السيف القاطع. وهكذا أمكن في النهاية دمج الميزتين المطلوبتين في السيف، مرونة المطاط وصلابة الزجاج. وتكشف هاتان الصفتان عن ذاتهما في مظهر سطح السيف: لمعان كلمعان الحرير الياباني الملون الذي يقدره اليابانيون كثيرا. غير أن امتحان السيف؛ امتحان استعماله الفني، وامتحان النظرية العلمية التي استند إلها يتمثل في سؤال بسيط: هل سيقوم السيف بعمله؟ وهل سيقطع الجسم البشري بالطرق الشكلية التي تقررها الطقوس؟ إن شكل طرق قطع جسم الإنسان حسب الطقوس التقليدية مرسوم بدقة، تماما كما ترسم طرق قطع لحم البقر في كتاب للطبخ. وفي أيامنا هذه يُجرب السيف على دمية بشرية محشوة بالقش، أما في الماضي فقد كان السيف الجديد يجرب حرفيا بشكل فعلي، بأن يستخدم في إعدام سجين. والسيف سلاح الساموراي (وهم حرس النبلاء في زمن الإقطاع في اليابان وكان الواحد منهم يتسلح بسيفين) وبالسيف استطاعوا أن يصمدوا ويعيشوا رغم الحروب الأهلية التي لا حصر لها، والتي جزأت اليابان منذ القرن الثاني عشر وما بعده. وكان كل ما يحيط بجسم الساموراي مصنوعا بدقة وبراعة من المعادن، الدروع المفصلية المتحركة المصنوعة من صفائح فولاذية، ركابات الخيول وألجمتها، وغير ذلك. ورغم ذلك فان الساموراي لم يكونوا يعرفون كيف يصنعون أيا منها بأنفسهم، وقد عاش الساموراي مثل غيرهم من الفرسان في الحضارات الأخرى عن طريق القوة. وكان اعتمادهم حتى في صنع أسلحتهم على مهارة القرويين الذين كان الساموراي يحمونهم ثم يسلبونهم على التعاقب. وأصبح الساموراي في نهاية المطاف جنودا مرتزقة يبيعون خدماتهم مقابل الحصول على الذهب. إن فهمنا للعالم المادي وكيفية تكونه من عناصره يعتمد على مصدرين اثنين: أولهما المصدر الذي اقتفيت أثره هنا وهو تطوير أساليب تصنيع المعادن المفيدة وعمل سبائكها. وثانيهما السيمياء Alchemy (الكيمياء القديمة)، وهو مصدر مختلف السمات. فالسيمياء محدودة المدى، وليست موجهة لتلبية الاحتياجات والاستعمالات اليومية كما أنها تشتمل على قدر كبير من النظريات التكهنية الخيالية. ولأسباب غير مباشرة ولكنها مقصودة كان الشغل الشاغل للسيمياء معدن آخر هو

الذهب الذي كان عديم الفائدة تقريبا من ناحية عملية، غير أن الذهب فتن عقول المجتمعات الإنسانية على مر العصور بحيث أكون مخطئا إذا لم أحاول إبراز الخصائص والصفات التي منحته تلك القوة الرمزية. فالذهب هو ما يسعى إليه الناس عاليا في جميع الأمصار، وفي كل الحضارات، وعلى مر العصور. وأية مجموعة منتقاة من المصنوعات الفنية الذهبية إنما تكون تأريخا حياً للحضارات، فالسبحات الذهبية المطلية بالميناء تراث إنكليزي يعود تاريخه إلى القرن السادس عشر الميلادي. والعقد الذهبي على هيئة أفعى إغريقي يرجع إلى عام 400 ق. م. والتاج الذهبي الثلاثي من الحبشة، ويعود إلى القرن السابع عشر الميلادي، والإسورة على شكل أفعى من العهد الروماني القديم، وأواني الطقوس الدينية المصنوعة من ذهب أخامينيد (Achemenid) من الحضارة الفارسية القديمة، وترجع إلى القرن السادس قبل الميلاد، وكؤوس الشراب من ذهب مالك Malik تعود إلى القرن الثامن قبل الميلاد، وهي من بلاد فارس أيضا. ورؤوس ثيران من الذهب... وسكين خاصة بالاحتفالات والطقوس صنعت في عهد التشيمو Chimu، أي ما قبل حضارة الانكا في بيرو ويعود تاريخها إلى القرن التاسع الميلادي. والصندوق الذهبي المنحوت لوضع زجاجات الملح صنعه بينفينوتو تشيلليني في القرن السادس عشر، تلبية لطلب الملك فرانسيس الأول. و يروي تشيلليني ذكرياته عما قاله الملك عن الصندوق: «عندما وضعت هذا العمل أمام الملك شهق دهشة، ولم يستطع أن يحول عينيه عنه، ثم صاح بدهشة: هذا أسمي وأروع مئة مرة مما كان يمكن أن يخطر لي ببال. ما أروع هذا الرجل» (يعني تشيلليني). لقد نهب الأسبان بلاد البيرو بسبب ذهبها الذي كان قد جمعه أرستقراطيو الانكا مثلما نجمع نحن الطوابع، ولكن مع لمسة ميداسMidas[1]، وكان الذهب لديهم يلبي كل أنواع الرغبات والمطامح؛ ذهب للطمع، ذهب للعظمة، للاحترام، للقوة، للأضحية، لمنح الحياة، للين والعطف، للوحشية، للشهوة..

أما الصينيون فقد عرفوا سر سحره الذي لا يقاوم وقال كوهونغ عنه: «إذا صهرنا الذهب الأصفر مئة مرة، فلن يفسد». من هذا التعبير تدرك أن للذهب صفة طبيعية تجعله فريدا، ميزة يمكن اختبارها أو تجربتها عمليا، كما يمكن تعليلها نظريا. ومن السهل أن ندرك أن الإنسان الذي صنع قطعة



اللوحة رقم (16)

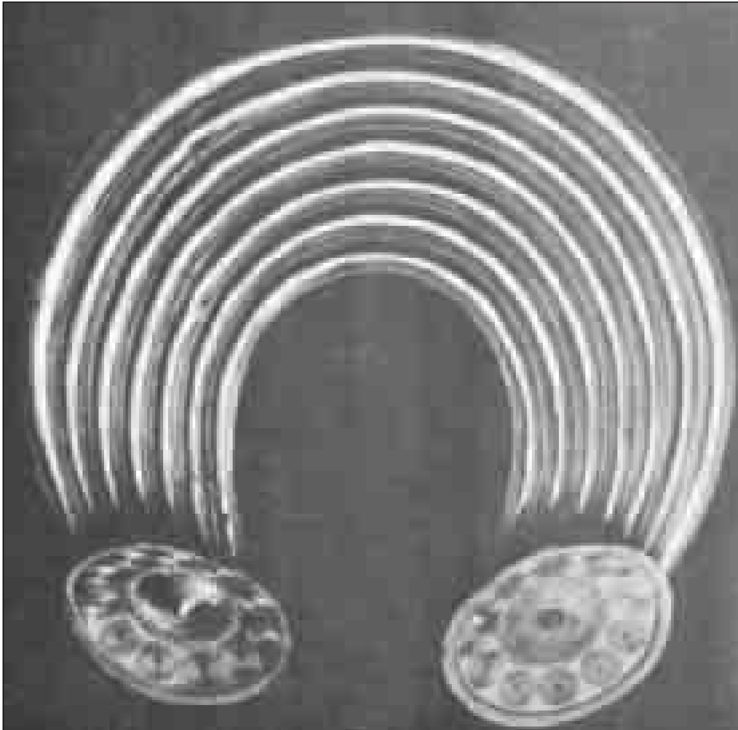
ذهب أفريقي: قناع ملكي وجد في قبر في مدينة سبنا، من القرن السابع عشر قبل الميلاد.
ذهب فارسي: عملة ذهبية تحمل صورة الملك قوروش، من القرن السابع الميلادي.
ذهب من بيرو: صورة ذهبية للنمر الأمريكي (البوما) طبعت عليها صورة أفعى ذات رأسين.
ذهب أفريقي: طبق خاص بزعيم القبيلة، نقشت عليه نماذج من حبوب الكاكاو من غانا، القرن التاسع عشر.
ذهب حديث: جهاز مركزي لاستقبال القوة الداخلة، خاص بحسابة جيب أدنبره، القرن العشرين.



ذهب من عصر النهضة: ذهب مرصع بالميناء، له شكل مستودع حفظ الملح، ويعلوه تمثالا نبتون وفينوس. وهو من أعمال الفنان الإيطالي تشيلليني. وقد قدم لملك فرنسا فرنسيس الأول عام 1543م.

ذهب إيرلندي: طوق ذهبي للعنق من منطقة كلير، يعود تاريخه إلى القرن التاسع الميلادي.

اللوحة رقم (17)



فنية ذهبية لم يكن عاملا فنيا فحسب بل فنانا أيضا، والأمر الهام الآخر، والذي قد لا يكون سهل الإدراك، هو أن الإنسان الذي فحص هذا الذهب وقومه كان أيضا اكثر من مجرد عامل فني، فالذهب بالنسبة له كان عنصرا من عناصر العلم. ذلك أن امتلاك الإنسان لأسلوب تقني أمر مفيد، ولكن مثل كل مهارة إنسانية، ما يجعل ذلك الأسلوب حيا هو مكانه في مخطط الطبيعة العام، أعني النظرية. فهؤلاء الناس الذين اختبروا الذهب وأزالوا الشوائب منه، جعلوا نظرية من نظريات الطبيعة واضحة للعيان؛ نظرية تعتبر أن الذهب مادة فريدة ومع ذلك يمكن أن تصنع من عناصر أخرى. وهذا هو السبب في أن كثيرا من القدماء صرفوا الكثير من الوقت والجهد المبدع في تصميم اختبارات لفحص الذهب الخالص. وقد طرح فرانسيس بيكون هذه القضية في مطلع القرن السابع عشر بصورة مباشرة عندما قال: «يتمتع الذهب بهذه الميزات الطبيعية: العظمة في الوزن، والتقارب في الأجزاء (عدم وجود فراغات ظاهرة) والثبات وسهولة التشكيل والنعومة والمناعة ضد الصدأ، واللون الأصفر البراق. فإذا كان بوسع أي إنسان أن يصنع معدنا له جميع هذه الميزات والخصائص فعلى الناس عندئذ أن يقرروا ما إذا كان ذلك ذهبا أم لا،».

من بين الاختبارات التقليدية العديدة للذهب هنالك كشف يظهر بشكل خاص الخاصة المميزة للذهب، (التي يمكن تشخيصه بها). ومبدأ هذا الكشف الدقيق هو تسخين الذهب المراد اختباره إلى درجة حرارة عالية ضمن بوتقة. إذ يوضع هذا الذهب ضمن بوتقة مصنوعة من رماد العظام وتسخن هذه البوتقة لدرجة حرارة أعلى بكثير مما يتطلبه انصهار الذهب الخالص (ويعرض السطح لتيار قوي من الهواء). وهكذا ينصهر الذهب وتتأكسد شوائبه بأكسجين الهواء (علما بأن الذهب ينصهر على درجة حرارة منخفضة نسبيا، أي بمجرد أن تصل حرارته فوق درجة 1000 مئوية، وهي تعادل درجة انصهار النحاس تقريبا)، والذي يحدث بعد ذلك هو أن الخبث والشوائب المؤكسدة تنفصل عن الذهب وتغوص حيث تمتصها البوتقة كما يتطاير بعضها بتيار الهواء، وهكذا ترى فجأة انفصالا واضحا بوساطة اللهب كما لو كان بين خبث هذا العالم وبين نقاء الذهب وصفائه الخفي. وهكذا كان على حلم السيميائيين بتحويل المعادن الخسيسة إلى ذهب أن

يخضع لاختبار يظهر حقيقة «اللؤلؤة» الذهبية التي تنجح في اجتياز تجربة الاختبار تلك. إن قدرة الذهب على مقاومة ما كان يسمى بالانحلال (أي قدرته على مقاومة التفاعلات الكيميائية وفق المفاهيم الحديثة) كانت قدرة فريدة ولذا كانت ثمينة ومميزة معا، والى جانب ذلك فقد كانت للذهب رمزية قوية واضحة، حتى في أقدم المعادلات، وتعود أول إشارة مكتوبة لدينا للسيمياء إلى أكثر من ألفى عام، وتأتي من الصين وتحكي عن كيفية صناعة الذهب واستعماله من أجل إطالة العمر، وهذا الربط مع إطالة العمر أمر غير عادي بالنسبة لنا. فالذهب بالنسبة لنا معدن ثمين لأنه نادر، ولكنه بالنسبة للسيميائيين في العالم أجمع كان ثمينا لأنه مادة لا تفسد ولا يؤثر فيه أي حمض أو قلوي معروف في ذلك الوقت. وهكذا بالفعل كان صيّاغ الإمبراطور يفحصون الذهب، أو كما كانوا يقولون، يفصلونه بمعالجته بالأحماض التي كانت طريقة أقل نصبا وجهدا من طريقة البوتقة.

وعندما كان يظن بأن الحياة (وكانت كذلك بالنسبة لمعظم الناس) موحشة وفقيرة، ومنفرة وقاسية، وقصيرة، كان الذهب يمثل-بالنسبة للسيميائيين- الشعلة الخالدة الوحيدة في جسم الإنسان، وكان بحثهم عن صنع الذهب وإيجاد إكسير الحياة بحثاً واحدا يُسعى إليه بنفس الجهد ونفس المحاولة؛ ذلك أن الذهب رمز الخلود-غير أن الأفضل ألا أستعمل كلمة (رمز) لأن الذهب-في نظر السيميائيين-لم يكن مجرد رمز بل كان تعبيرا يجسد عدم إمكان الفساد في كلا العالمين الطبيعي والحي معا.

لذا فإنه عندما حاول السيميائيون تحويل المعادن الخسيسة إلى ذهب كان التحويل الذي كانوا يبحثون عنه في النار، مجرد تحويل الشيء الذي يمكن فساده إلى ما هو غير قابل للفساد! لقد كانوا يحاولون استخلاص صفة الديمومة من الأشياء المعتادة في الحياة اليومية، وهذا الأمر مماثل للبحث عن الشباب الدائم: لذا كان كل دواء يهدف إلى مكافحة الشيخوخة يحتوي على الذهب الذهب المعدني، كمادة أساسية في تركيبه. ولهذا كان السيميائيون يحثون عملاءهم على أن يشربوا بأكواب ذهبية كي تطول أعمارهم! وهكذا يتضح أن السيمياء اكثر بكثير من مجرد حيل ميكانيكية أو اعتقاد غامض بسحر جذاب! إنها منذ البداية نظرية تحاول تعليل كيفية ارتباط العالم بالحياة البشرية، ففي الوقت الذي لم يكن هنالك تمييز

واضح بين المادة والطريقة، أو العنصر والعمل، كانت العناصر السيميائية أيضا مناحي من مناحي الشخصية البشرية تماما مثلما كانت العناصر الإغريقية الأربعة، (الماء والنار والهواء والتراب)، تمثل الحالات التي يجمعها المزاج الإنساني. وعلى ذلك فانه في أعمال السيميائيين ثمة نظرية عميقة المعنى، نظرية تنحدر جذورها، بالدرجة الأولى بالطبع، من الأفكار الإغريقية حول الأرض والنار والهواء والماء، ولكنها اتخذت شكلا جديدا بالغ الأهمية في العصور الوسطى. فبالنسبة للسيميائيين، كان ثمة توافق وتشابه بين الكون الإنساني الصغير والكون الطبيعي الكبير فقد كانوا يرون البركان الكبير شبيها (بالدمل) والإعصار والعاصفة الممطرة شبيهين بنوبة من النحيب والبكاء. ومن الواضح أن مفهوما عميقا يندرج تحت هذه التشبيهات السطحية: وهو أن الكون والجسد مصنوعان من نفس المواد، أو المبادئ، أو العناصر وكان السيميائيون يرون أن هناك عنصرين من مثل هذه العناصر أحدهما الزئبق الذي يمثل كل ما هو كثيف ودائم، والآخر الكبريت الذي يمثل كل ما هو قابل للاشتعال وغير دائم. وكانوا يرون أن كل الأجسام المادية-بما فيها جسم الإنسان-مكونة من هذين العنصرين، كما يمكن إعادة تشكيلها منهما أيضا، فمثلا كان السيميائيون يعتقدون بأن جميع المعادن تتشكل وتنمو داخل الأرض من الزئبق والكبريت، بذات الطريقة التي تنمو فيها العظام داخل الجنين من البويضة، وكانوا يعنون حقا هذا التشبيه ويعتقدون به، ومازال موجودا في رمزية الطب حتى الآن. فنحن لا نزال نستعمل في الدلالة على الأنثى رمز السيميائيين للنحاس-بمعنى ما هو طري ناعم. ونستعمل للدلالة على الذكر الرمز السيميائي للحديد أي ما هو صلب كالمريخ.[2] وبالطبع تبدو هذه النظرية اليوم صبيانية ومضحكة: تبدو كمزيج من الحكايات الخرافية والمقارنات الخاطئة. لكن كيمياء عصرنا هذا ستبدو-أيضا-صبيانية بعد خمسة قرون من الآن. وكل نظرية تبنى على نوع من التشبيه-عاجلاً أو آجلاً-تفشل هذه النظرية بسبب. أن التشبيه يتضح خطؤه. والنظرية تساعد على حل المشكلات في وقتها. وقد توقف حل المشكلات الطبية، حتى حوالي عام 1500 م، بسبب اعتقاد القدماء بأن الشفاء من أي مرض يجب أن يأتي إما عن طريق النباتات أو الحيوانات-وهو مذهب حيوي لا يؤمن بأن المواد الكيميائية التي يتألف منها الجسم



اللوحة رقم (18)

«إن الكون والجسد مصنوعان من نفس المواد أوالمبادىء أو العناصر»

* شكل لباراسلوس يمثل العناصر الثلاثة، الأرض والهواء والنار

* الترابط بين الأشكال الحية والفلكية في النظرية السيميائية عن الطبيعة..

تماثل غيرها من المواد الكيميائية الأخرى، وكان من نتيجة ذلك أن اقتصرت الأدوية حتى ذلك التاريخ على العقاقير النباتية.

وبدأ السيميائيون في مطلع القرن السادس عشر باستعمال المركبات المعدنية بكثرة في الأدوية. وكان الملح على سبيل المثال نقطة الارتكاز في

هذا التحول، وجعله أحد علماء السيمياء النظريين الجدد عنصره الثالث. كما طور هذا العالم أيضا دواء خاصا لمرض اجتاح أوروبا عام 1500 علما بأنه لم يكن يعرف من قبل، وهو مرض الزهري الخبيث، ولا نعرف حتى يومنا هذا من أين أتى هذا المرض، وربما جاء به بحارة سفن كولومبوس، أو لربما انتشر من الشرق مع غزوات المغول، أو لربما كان موجودا في أوروبا ولم يكن معروفا، من قبل، كمرض مستقل بحد ذاته. وقد اعتمد علاجه على استعمال أقوى معدن سيميائي في ذلك الوقت وهو الزئبق. ويعتبر ذلك الإنسان الذي جعل ذلك الدواء ممكنا مؤشرا للتغير من السيمياء القديمة إلى الجديدة واتجاهها في الطريق الصحيح نحو الكيمياء الحديثة الكيمياء الطبية، والحيوية، وكيمياء الحياة، وقد عمل في أوروبا في القرن السادس عشر في مدينة بال في سويسرا. وكان ذلك عام 1527.

وهنالك، في مسيرة ارتقاء الإنسان لحظة يخرج فيها الإنسان عن ظلال المعرفة السرية والمجهولة المصدر، ويدخل نظاما جديدا يعتمد على الاكتشاف الشخصي والعلني. والشخص الذي اخترته رمزا لذلك عُمد باسم أوريولوس فيليبوس تيوفراستوس بومباستوس فون هوهنهايم. ولحسن الحظ اختار اسما قصيرا عوضا عن ذلك هو بارسيلسوس تعبيرا عن احتقاره للطبيب القديم سلسوس وغيره من المؤلفين الذين ماتوا قبل أكثر من ألف سنة، ومع ذلك بقيت كتبهم الطبية المراجع المعتمدة في العصور الوسطى. ففي عام 1500 كان الاعتقاد ما زال سائداً بأن أعمال أولئك القدماء تحوي الحكمة الملهمة لعصر ذهبي، سواء في الطب أو في العلم أو الفن. ولد بارسيلسوس بالقرب من مدينة زيورخ في عام 1493، وتوفى في مدينة سالزبورغ عام 1541 في سنة مبكرة لم تتجاوز ثمانية وأربعين عاما. وكان دائم التحدي لكل ما هو أكاديمي، فمثلا كان أول إنسان يتعرف على الأمراض المهنية الصناعية. وكانت هناك أحداث سخيفة مضحكة وكذلك أحداث حببته إلى الناس في المعركة التي خاضها دون هوادة طول حياته ضد أقدم تراث في عهده هو مهنة الطب. وكان عقله لا ينضب من النظريات، كثير منها متناقض وأغلبها غير معقول ومثير للسخط. لقد كان بارسيلسوس مغامرا متمردا ساخرا أفاقا وذا أخلاق شرسة أحيانا، يحتسي الخمر مع التلاميذ ويلاحق النساء. وقد كثر من الترحال في العالم القديم، واعتبر إلى عهد قريب دجالا

مشعوذا في كتب تاريخ العلوم، بيد أنه قطعا لم يكن دجالا بل كان إنساناً عبقريا ولكن عبقريته منقسمة.

والمهم أن بارسيلسوس كان شخصية فذة. وربما يخالجنا من خلال شخصيته-ولأول مرة-ذلك الشعور الشفاف الذي يشير إلى أن الابتكار ينبع من شخصية إنسانية وأن الحياة تسري في الاختراع في اللحظة التي نشاهد فيها الإنسان وهو يخترعه. لقد كان بارسيلسوس إنساناً عملياً، أدرك بأن معالجة المريض تعتمد على أمرين، أولهما تشخيص المرض (وبالمناسبة كان طبيبا بارعا في تشخيص الأمراض)، وثانيهما معالجة الطبيب نفسه للمرض الذي شخصه. فقد ثار بارسيلسوس على التقليد المتبع آنذاك الذي يعتبر الطبيب شخصية مثقفة مترفعة يقتصر عملها على قراءة ما يجب عمله من كتاب قديم، بينما يظل المريض المسكين تحت رحمة مساعد مبتدئ يفعل ما يقال له. وقد كتب بارسيلسوس «لا يمكن للمرء أن يكون جراحا إذا لم يكن طبيباً في الوقت ذاته، وإذا لم يكن الطبيب جراحا أيضا فهو صنم لا يعدو أن يكون قردا طُلي بالأصباغ».

إن مثل هذه الأقوال المأثورة لم تحبّب بارسيلسوس إلى منافسيه ولكنها جعلته جذابا عند أصحاب العقول المستقلة الأخرى في عصر الإصلاح. ولهذا السبب أحضر إلى مدينة «بال» لمدة سنة كانت سنة النصر الوحيدة خلال سني ممارسته لمهنة الطب التي كانت فيما عدا ذلك حافلة بالكوارث. ففي هذه المدينة، وفي عام 1527 أصيب يوهان فروبينوس[3] - وهو صاحب مطبعة بروتستانتي كبير وإنساني النزعة-بالتهاب خطير في ساقه وكان الأطباء على وشك قطع ساقه، ولما يئس يوهان من أن يجد الأطباء سبيلا آخر استنجد بأصدقائه من الحركة الجديدة (البروتستانتية) فأرسلوا له باوسيلسوس، فما كان منه إلا أن طرد الأطباء الأكاديميين خارج الغرفة، وقرر عدم بتر ساقه ثم عالج الساق بعلاج كانت له أصداء خلال أوروبا. وقد كتب إليه الإنساني الشهير اراسموس Erasmus يقول: «لقد أعدت لي فروبينوس وهو نصف حياتي من تحت التراب». ولم يكن بفعل الصدفة ظهور تلك الأفكار الإصلاحية الجديدة في الطب والعلاج الكيميائي تماما في نفس المكان والزمان اللذين بدأ فيهما مارتن لوثر حركة الإصلاح عام 1517. وكانت مدينة بال بؤرة تلك الفترة التاريخية. فقد ازدهرت الحركة

الإنسانية حتى قبل ظهور حركة الإصلاح. وكانت فيها جامعة ذات تقاليد ديمقراطية بحيث إنه رغم أن أساتذة الطب فيها كانوا ينظرون شذرا إلى بارسيلسوس، إلا أن مجلس المدينة أصر على السماح له بالتعليم فيها. وكانت عائلة فروبينوس تطبع كتبا من بينها بعض الكتب للمؤلف اراسموس، تلك الكتب التي ساعدت على نشر النظرة الجديدة في جميع الميادين، وفي كل مكان. وكان هناك تغيير عظيم يجتاح أوروبا آنذاك، وربما كان هذا التغيير أعظم أثرا حتى من الانقلاب الديني والسياسي الذي بدأه مارتن لوثر. وكان عام الحسم الرمزي يقترب، كان ذلك عام 1543. ففي ذلك العام تم نشر ثلاثة كتب غيرت الفكر في أوروبا: الأول كتاب الرسوم التشريحية لاندرياس فيساليوس، والثاني كان أول ترجمة للرياضيات الإغريقية وفيزياء أرخميدس، والثالث كتاب كوبر نيكوس «دورة الأفلاك السماوية»[4] الذي وضع الشمس في مركز السماء (بدلا من الأرض كما كانت الفكرة قبلها) وأطلق ما يسمى الآن بالثورة العلمية.

ويمكن إيجاز كل تلك المعركة التي دارت بين الماضي والمستقبل من خلال عمل منفرد جرى عام 1527 أمام المجلس البلدي في مدينة بال، حيث ألقى بارسيلسوس بشكل علني في النار التقليدية التي يشعلها الطلبة كل عام كتابا طبيا قديما لابن سينا الذي تأثر كثيرا بآراء أرسطو. وهناك شيء رمزي حول تلك النار الاحتفالية سأحاول استحضاره من الماضي إلى الحاضر فالنار هي عنصر السيميائي الذي تمكن الإنسان بواسطته أن يغوص في أعماق تركيب المادة، ولكن هل النار نفسها شكل من أشكال المادة؟ إذا اعتقدت ذلك كان عليك أن تضفي على النار كل أنواع الخصائص المستحيلة، كأن تكون أخف من لا شيء، من العدم. وفي الواقع وبعد انقضاء مائتي عام على وفاة بارسيلسوس أي في عام 1731، كان ذلك ما حاول الكيميائيون عمله في نظرية الغلوجستون، كتجسيد أخير للنار المادية بيد أنه لا وجود لمادة مثل الغلوجستون، تماما مثل عدم وجود مبدأ مثل المبدأ الحيوي. لأن النار ليست مادة، ولا الحياة مادية. فالنار عملية تحوير وتشكيل وتغيير وبوساطتها تتحد العناصر المادية مكونة مركبات جديدة. ولم تفهم طبيعة العمليات الكيماوية إلا عندما عرفت النار نفسها بأنها مجرد عملية.

إن عمل بارسيلسوس في إلقاء كتاب ابن سينا في النار يعني كما لو قال

«ليس بمقدور العلم أن يعود بناظره إلى الماضي، ولم يكن هنالك بتاتا-فما مضى-أي عصر ذهبي». وقد اقتضى الأمر مرور مائتين وخمسين عاما بعد بارسيلسوس، كي يكتشف العنصر الجديد، الأكسجين، الذي أمكن بواسطته في النهاية تفسير طبيعة النار، كما كان عاملا في دفع الكيمياء للأمام من حمأة العصور الوسطى. والغريب في الأمر أن الإنسان الذي حقق ذلك الاكتشاف-وهو جوزيف بريستلي-لم يكن يدرس طبيعة النار، بل كان يقوم بدراسة أحد العناصر الإغريقية الأخرى، العنصر الخفي والموجود في كل مكان: الهواء. إن معظم ما بقي من مختبر جوزيف بريستلي موجود الآن في متحف سميثسونيان في واشنطن. وهو مكان غير مناسب لهذه المخلفات العلمية التاريخية، وكان الأجدر أن تكون في برمنجهام بإنجلترا، مركز الثورة الصناعية، حيث أنجز بريستلي أعظم أعماله الرائعة. وقد يتساءل المرء عن السبب في وجود هذه الأدوات المخبرية في أمريكا، والجواب أن بعض الرعاع والسوقية كانوا قد طردوا بريستلي من برمنجهام عام 1791.

وتعتبر قصة بريستلي نموذجا مميزا لصراع آخر بين الإبداع الأصيل والتراث التقليدي. ففي عام 1761 دعي-وهو في سن الثامنة والعشرين-ليدرس اللغات الحديثة في إحدى الأكاديميات المنشقة (وكان بريستلي موحدا)[5] التي أخذت مكان الجامعات لأولئك الذين انشقوا عن كنيسة إنجلترا. وقبل انقضاء عام واحد ألهمته المحاضرات العلمية التي كان يلقيها أحد زملائه أن يبدأ بتأليف كتاب عن الكهرباء، ومن ذاك تحول إلى التجارب الكيميائية. كما أثارته أيضا الثورة الأمريكية (وكان قد شجعه بنجامين فرانكلين) ثم اهتم بالثورة الفرنسية فما بعد. ولذا، وفي الذكرى الثانية لاجتياح سجن الباستيل، أحرق المواطنون «المخلصون» ما وصفه بريستلي بأنه أحد أفضل المختبرات العلمية تجهيزا في العالم. وهكذا رحل هذا العالم إلى أمريكا، لكنه لم يلق ترحيبا هناك إلا من النخبة المثقفة من أمثاله. وعندما تولى توماس جيفرسون منصب رئاسة الجمهورية قال لجوزيف بريستلي «إن حياتك هي واحدة من القلة الثمينة جدا بالنسبة للإنسانية».

وكنت أود أن أقول بأن الرعاع الذين دمروا منزل بريستلي في برمنجهام قد حطموا أحلام إنسان جميل محبوب وفاتن. ولكني، ومع الأسف أشك

في أن بريستلي كان محبوبا أكثر من بارسيلسوس. وأميل إلى الاعتقاد بأن بريستلي كان بالأحرى إنساناً صعبا بارد العاطفة مشاكسا كثير الحرد، دقيقا، ومتزمتاً، بيد أن ارتقاء الإنسان لم يقم على أكتاف أناس محبوبين، بل تم على أيدي أناس يتمتعون بصفتين: أمانة شديدة في التمسك بالقيم وقليل من العبقرية، على الأقل، وكان لبريستلي هاتان الصفتان كلتاهما.

والاكتشاف الذي حققه بريستلي هو أن الهواء ليس مادة عنصرية، كما كان يظنه الناس بل مؤلف من مزيج من عدة غازات من بينها الأوكسجين، وقد سماه بريستلي الهواء منقوص الفلوجستون، وأنه الغاز الضروري لحياة الحيوانات، وكان بريستلي جيدا في إجراء التجارب إذ كان يجريها بعناية وفق ترتيب معين خطوة بعد أخرى. وفي الأول من شهر آب (أغسطس) عام 1774 حضر بعض الأوكسجين ولاحظ باستغراب ودهشة كيف أن الشمعة تحترق بتوهج في ذلك الغاز، وفي شهر تشرين الأول (أكتوبر) من السنة ذاتها ذهب إلى باريس، حيث أخبر لافوازييه وبعض العلماء الآخرين عن اكتشافه الجديد، لكن علاقة عملية التنفس بالأوكسجين لم تكتشف إلا في الثامن من آذار (مارس) عام 1775 عندما وضع بريستلي فأرا في جو من الأوكسجين الصرف، ولاحظ تحسن عملية التنفسي في ذلك الجو. وبعد يوم أو اثنين كتب بريستلي رسالة فرحة لبنجامين فرانكلين قال فيها: (حتى هذه اللحظة لم يفز بشرف تنفس الأوكسجين النقي سوى فأرين وأنا).

واكتشف بريستلي أيضا أن النباتات الخضراء تنفث الأوكسجين أثناء النهار، موفرة بذلك هذه المادة لتنفس الحيوانات التي تأخذه في تنفسها، وقد أظهرت مائة العام التي تلت ذلك الأهمية البالغة لهذا الاكتشاف، فالحيوانات ما كانت لتنشأ وتعيش أبدا لو لم يوفر لها النبات الأوكسجين أولا. ولكن لم يكن هناك من يفكر بذلك قط في السبعينات من القرن الثامن عشر. وقد أُعطي اكتشاف الأوكسجين معناه بوساطة عقل انطوان لافوازييه الواضح والثوري (وقد مات لافوازييه ضحية الثورة الفرنسية). فقد أعاد لافوازييه إحدى تجارب بريستلي التي كانت صورة كاريكاتورية لإحدى تجارب السيميائيين التقليدية. فقد قام كلا الرجلين بتسخين أكسيد الزئبق الأحمر، مستخدما لذلك الغرض العدسة الحارقة (التي كانت كثيرة الاستعمال في ذلك العصر بحيث يمكن رؤية الغاز الناتج عن التسخين،

وكذلك جمعه. ذلك الغاز هو الأوكسجين بالطبع. وتلك هي التجربة النوعية أو الكيفية التي أكتشف عن طريقها الأوكسجين. ولكن بالنسبة للافوازييه كانت هذه التجربة مفتاحا فوريا للفكرة القائلة بأن التحليل الكيميائي يمكن أن يقاس كماً.

لقد كانت الفكرة بسيطة وأساسية: أجر التجربة السيميائية في كلا الاتجاهين ثم قس الكميات المتبادلة بدقة. ففي الاتجاه الأمامي أحرق الزئبق (بحيث يمتص الأوكسجين) ثم قس بالضبط مقدار كمية الأوكسجين المستنفذة من الوعاء المحكم السد من بداية الاحتراق حتى نهايته. والآن اعكس العملية أي خذ أكسيد الزئبق المتولد وسخنه بشدة لطرد الأوكسجين منه مرة أخرى، وبذا يتكون الزئبق وينطلق الأوكسجين في الوعاء. والسؤال المهم هو: كم ينطلق من الأوكسجين؟ لقد وجد لافوازييه أن كمية الأوكسجين المنطلقة تساوي تماما كمية الأوكسجين التي امتصها الزئبق في المرحلة الأولى، (أي عندما تشكل الأكسيد)، وفجأة تكشفت حقيقة العملية الكيميائية: عملية مادية، تتحد أو تتحلل فيها كميات محددة من مادتين مختلفتين. وهكذا اختفت مرة واحدة كل المواد الوهمية مثل الفلوجستون وروح المادة وأسسها، وتأكد تجريبيا وبشكل مرئي أن عنصرين محسوسين-الزئبق والأوكسجين-يتحدان مع بعضها مشكلين أكسيدا، يمكن تحليله إلى العنصرين ذاتهما. وقد يبدو أملأ مشوشا أن ننتقل من العمليات البدائية التي قام بها الصناع النحاسون الأولون، ومن افتراضات السيميائيين السحرية إلى أقوى فكرة في العلم الحديث: فكرة الذرات، ومع ذلك فان الطريق كان كطريق من يمشي على الجمر، مباشرة. وبقيت خطوة واحدة بعد فكرة العناصر الكيميائية التي حددها كميا لافوازييه للوصول إلى التعبير عنها ذريا. وقد قام بهذه الخطوة جون دالتون وهو ابن نساج يعمل على نول يدوي، من كمبرلاند في إنكلترا. بعد النار والكبريت، والزئبق المحترق، كان لابد من أن تصل قصة المادة ذروتها في مدينة مانشستر الباردة الرطبة. ففي هذه المدينة-وبين عامي 1808 ,1803- قام جون دالتون-وهو معلم مدرسة من جماعة دينية خاصة تدعى جماعة الكويكرز-بتحويل المعرفة الغامضة عن الاتحاد الكيماوي التي ألقى الضوء عليها لافوازييه فجأة إلى المفهوم الحديث الدقيق للنظرية الذرية. وقد حفلت تلك الفكرة باكتشافات رائعة في الكيمياء فخلال

السنوات الخمس هذه، تم اكتشاف عشرة عناصر جديدة، ولكن دالتون لم يكن مكترثا بأي من ذلك، وكان في حقيقة الأمر إلى حد ما شخصا ليس في شخصيته ما يميزه (وكان مصابا بالفعل بعمى الألوان، إذ كان يخلط بين اللونين الأحمر والأخضر، ولذلك سميت هذه العاهة بالدالتونية لفترة طويلة).

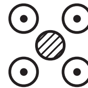
كان دالتون ذا عادات رتيبة منتظمة، فكان يخرج كل يوم خميس بعد الظهر ليلعب لعبة دحرجة الكرات في الحقول. وكانت الأشياء التي اهتم بها هي الأشياء الموجودة في الحقول والتي لا تزال تميز الحقول حول مانشستر حتى الآن: وهي مياه وغاز المستنقعات (غاز الميثان) وغاز ثاني أكسيد الكربون، وكان يطرح على نفسه أسئلة محسوسة تدور حول طريقة اتحاد العناصر مع بعضها بالوزن. لماذا-طالما أن الماء مكون من الأوكسجين والهيدروجين-يتحد هذان العنصران معا دوما بنفس النسب لتكوين كمية معينة من الماء؟ ولماذا عندما يتكون ثاني أكسيد الكربون وعندما يتكون غاز الميثان تكون دوما تلك النسب الوزنية الثابتة؟ وقد عمل دالتون، خلال صيف عام 1803، على حل هذا التساؤل. وكتب يقول: «إن البحث في الأوزان النسبية للجسيمات المتناهية في الصغر أمر جديد كليا حسبما أعلم. وقد تابعت مؤخرا هذا البحث، وحققت نجاحا ملموسا»، وبالفعل توصل دالتون إلى أن النظرية الإغريقية القديمة حول التركيب الذري للمادة صحيحة، بيد أن الذرة ليست فكرة مجردة، إذ أنها بالمفهوم الفيزيائي ذات وزن معين يميز هذا العنصر عن ذاك. كما أن ذرات عنصر ما متماثلة (سماها دالتون بالجسيمات المتناهية أو الجسيمات الأولية) ولكنها تختلف عن ذرات عنصر آخر. وإحدى الطرق التي تظهر هذه الذرات اختلافها فيها طريقة فيزيائية، كالفرق في الوزن مثلا. ويقول دالتون «يجب أن أدرك بأن هنالك العديد من الدقائق التي يمكن تسميتها جسيمات أولية، والتي لا يمكن تحويلها إلى غيرها على الإطلاق». وفي عام 1805 نشر دالتون لأول مرة مفهومه للنظرية الذرية، وكان كما يلي: اتحدت أصغر كمية من الكربون، وهي الذرة لتكون ثاني أكسيد الكربون، وهي تفعل ذلك دوما ودون تغيير بأن تتحد مع كمية محددة ومعينة من الأوكسجين تتمثل في ذرتين منه:



ولو كونا ماء من ذرتين من الأوكسجين باتحاد كل منهما مع الكمية اللازمة من الهيدروجين فانه ينتج جزيء واحد من الماء من الذرة الأولى من الأوكسجين وجزيء من الماء من الذرة الأخرى:



والأوزان صحيحة: أي أن وزن الأوكسجين الذي ينتج وحدة واحدة من غاز ثاني أكسيد الكربون سينتج وحدتين من الماء، والسؤال الآن: هل تكون الأوزان صحيحة بالنسبة لمركب لا يحوي الأوكسجين، كما هو الأمر في غاز الميثان حيث يتحد الكربون مباشرة مع الهيدروجين؟ والجواب: نعم وبكل دقة. فإذا أزلنا ذرتي الأوكسجين من جزيء واحد من ثاني أكسيد الكربون، ومن جزيئين من الماء فان التوازن المادي يتحقق بدقة وتكون لدينا الكميات الصحيحة من الهيدروجين والكربون لتكوين الميثان:



إن الكميات الوزنية من العناصر المختلفة التي تتحد مع بعضها تعبر من خلال ثباتها عن خطة أساسية، تنظم الارتباط بين الذرات.

كما أن الحساب الدقيق للذرات هو الذي جعل النظرية الكيميائية أساس النظرية الذرية الحديثة. وهذا هو أول درس عميق يأتي من الحصيلة المتراكمة من أعمال السيميائيين الخاصة بالذهب والنحاس، وهي أعمال بلغت ذروتها مع دالتون.

والدرس الآخر يبين نقطة هامة حول الأسلوب العلمي. فلقد كان دالتون ذا عادات منتظمة. فقد ظل مدة سبعة وخمسين عاما يتنزه كل يوم في ضواحي مدينة مانشستر، وكان يقيس خلالها مقدار هطول المطر، ودرجة الحرارة وهو عمل رتيب بشكل غير عادي في ذلك الطقس. ولم يخرج من أكداس تلك المعلومات بشيء. ولكن من سؤال واحد باحث يكاد يكون طفوليا نبع من تساؤل طفولي ساذج حول أوزان المواد التي تدخل في تركيب الجزئيات البسيطة، من ذلك السؤال جاءت النظرية الذرية الحديثة وذلك هو جوهر العلم. اطرح سؤالا غير وارد تجد نفسك في الطريق إلى جواب وارد.

# الهوامش

(1) وهو ملك خرافي كانت لمسته لأي شيء-طعامه-تحوله إلى ذهب.

(2) رمز الأنثى ♀ ورمز الذكر ♂

(3) Johann frobnius

(4) the Revolution of the Heavenly Orbs.

(5) الموحدون Unitarians مذهب مسيحي يؤمن بوحدانية الله ويرفض التثليث في الدين المسيحي.

# 4 موسيقا الأجسام

تعتبر الرياضيات - من عدة وجوه - أكثر العلوم إحكاما ودقة وأعمقها فكرا - أو هكذا تبدو بالنسبة لي كرياضي. ولذلك فإنني أجد متعة خاصة في وصف تطور الرياضيات وتقدمها، لأن هذا العلم كان ولا يزال جزءاً أساسيا من التأمل النظري الإنساني. إذ أنه كان شققا للفكر الصوفي وكذلك للفكر العقلاني، في مسيرة ارتقاء الإنسان.

ومع ذلك فهناك بعض المفاهيم التي يجب أن يتضمنها أي عرض للرياضيات: مثل فكرة البرهان المنطقي، وفكرة القوانين الدقيقة للطبيعة (وبشكل خاص الحيز) وهذه فكرة تجريبية، وبزوغ مفهوم العمليات والانتقال في الرياضيات من الرصف الساكن للطبيعة إلى الديناميكي المتحرك، هذه الأمور هي موضوع هذا المقال.

لقد كان هنالك نظام عددي حتى عند الشعوب البدائية، ورغم أن هذه الشعوب ربما لم تكن لتستطيع العد لأكثر من الأربعة بكثير، إلا أنها كانت تعرف أن اثنين من أي شيء «زائد» اثنين من الشيء ذاته تساوي أربعة، لا في بعض الحالات فحسب بل في جميع الحالات. وانطلاقا من هذه الخطوة الأساسية أوجدت الكثير من الثقافات نظمها

العددية التي اتخذت في العادة شكل لغة مدونة تتضمن اصطلاحات متشابهة. فمثلا ابتكر البابليون والهنود وشعب المايا[1] بصورة أساسية نفس الأسلوب الذي نستعمله الآن في كتابة الأعداد الكبيرة، أي باستعمال مراتب الآحاد والعشرات والمئات... المتتالية في التعبير عن هذه الأعداد، رغم أن هذه الشعوب عاشت بعيدة عن بعضها في الزمان والمكان.

ولذلك ليس هنالك مكان أو لحظة في التاريخ يمكنني أن أتوقف عندها وأقول: «هنا، والآن، بدأ علم الحساب» إذ كان الناس يعدون مثلما كانوا يتكلمون. والحساب كاللغة، بدأ في ماضي الإنسان القديم. أما الرياضيات بالمعنى الذي نعرفه - أعني بوصفها استدلالا تستخدم فيه الأعداد - فموضوع آخر. ولتقصي الأصول حول هذا الموضوع، عند نقطة التقاء التاريخ بالتراث الأسطوري، أبحرت إلى جزيرة ساموس في الجزء الشمالي من بحر ايجه.

كانت ساموس في زمن الأساطير القديمة مركز عبادة الآلهة هيرا Hera، ملكة السماوات عند الإغريق، وزوجة زيوس الشرعية (الغيورة). و يعود ما تبقى من معبدها - هيرايون - إلى القرن السادس قبل الميلاد. في ذلك الوقت - بالتقريب - ولد في هذه الجزيرة - حوالي عام 580 ق. م - العبقري الأول ومؤسس الرياضيات الإغريقية فيثاغورس. وخلال حياته احتل الطاغية يوليكراتيس هذه الجزيرة، وهناك رواية تقول: إن فيثاغورس قبل أن يهرب من الجزيرة كان يُعلم لفترة من الزمن، في كهف جبلي أبيض لا يزال يعرض على من يصدق هذه الرواية.

إن ساموس هذه جزيرة ساحرة. فهواؤها مليء بالبحر والأشجار والموسيقى. وصحيح أن هناك جزراً إغريقية أخرى تصلح إطاراً تدور فيه مسرحية العاصف[2]، ولكن هذه الجزيرة، بالنسبة لي، هي جزيرة (بروسبيرو) وهي الجزيرة التي انقلب البحاثة عند شاطئها إلى ساحر. وربما كان في فيثاغورس شيء من السحر بالنسبة لأتباعه، لأنه علمهم أن الأعداد تحكم الطبيعة. فقد كان يقول: «هنالك توافق وانسجام في الطبيعة ووحدة في تنوعها والأعداد لغتها».

وجد فيثاغورس علاقة أساسية بين التناغم الموسيقي والرياضيات. وقصة اكتشافه - حول هذا الموضوع - لا تزال موجودة، ولكن بشكل مشوه كأغلب الحكايات الشعبية القديمة. بيد أن ما اكتشفه فيثاغورس كان دقيقا

ومحكما. فعندما يهتز وتر مشدود بكامله يعطي نغمة (صوت) القرار في الموسيقا، ground note والأصوات التي تنسجم مع نغمة القرار هذه هي فقط تلك التي تنتج عن تقسيم الوتر إلى عدد صحيح من الأجزاء: أي إلى جزأين تماماً، أو ثلاثة، أو أربعة وهكذا.. فإذا لم تقع نقطة العفق في الوتر (العقدة، بلغة الفيزياء) على إحدى تلك النقاط القاسمة المحددة، فان الصوت الناجم يكون نشازا.

وحين ننتقل بنقطة العفق على طول الوتر، نسمع الأصوات والأنغام المتآلفة (الهارمونية) فقط عندما نلمس تلك النقاط المحددة آنفا. فعندما يهتز الوتر بأكمله نحصل على صوت القرار وإذا حركنا نقطة العفق إلى المنتصف كان الصوت هو الجواب، وهو أعلى بمقدار سلم موسيقى واحد (ثمانية) من النغمة السابقة. وإذا حركنا مركز الاهتزاز إلى نقطة الثلث من الوتر حصلنا على النغمة الخامسة فوق ذلك. وإذا حركناه إلى الربع حصلنا على النغمة الرابعة في الثمانية العليا وإذا ما حركنا نقطة الاهتزاز إلى نقطة خُمس الوتر (وهذا ما لم يتوصل إليه فيثاغورس) عمل على الصوت الرئيسي الثالث فوق تلك النغمة الموسيقية.

واكتشف فيثاغورس إذن أن النغمات المتآلفة الناجمة عن اهتزاز الوتر والتي تطرب لها الأذن - الغربية - هي التي تقابل قسمة الوتر بأعداد صحيحة. وقد كان لهذا الاكتشاف - بالنسبة لفيثاغورس واتباعه - قوة سحرية غامضة. فالتوافق والتناغم بين الطبيعة والعدد كان من الوضوح بحيث اقتنعوا بأن كل الأبعاد المميزة للطبيعة - وليس فقط أصواتها - يجب أن تكون أعدادا صحيحة معبرة عن التوافق والانسجام.. فقد اعتقد فيثاغورس واتباعه مثلا، بأننا نستطيع حساب مدارات الأجرام السماوية (والتي صورها الإغريق محمولة حول الأرض على كرات بلورية شفافة) بربطها بالمسافات الموسيقية. ورأوا أن كل ما هو منتظم في الطبيعة ذو طابع موسيقي، وأن حركة السماوات، بالنسبة لهم بمثابة موسيقى لهذه الأجرام الكروية.

أعطت هذه الأفكار فيثاغورس منزلة نبي وعراف الفلسفة في ذلك الوقت أو بالأحرى منزلة زعيم ديني، كون اتباعه ومؤيدوه طائفة سرية وربما كانت ثورية، ومن المحتمل أن كثيرا من أتباع فيثاغورس الذين أتوا

بعده كانوا من العبيد، وكانوا يؤمنون بتناسخ الأرواح، الأمر الذي كان يعطيهم أملا في حياة أسعد بعد الموت.

لقد تحدثت حتى الآن عن لغة الأعداد، وهذا هو الحساب، لكن المثال الأخير الذي طرحته كان مثالا عن الأجرام السماوية، وهي أشكال هندسية. وهذا الانتقال من الحساب إلى الهندسة ليس عارضا. فالطبيعة تقدم لنا أشكالا: كالموجة، والبلورة، وجسم الإنسان، وعلينا نحن أن ندرك ونكتشف العلاقات العددية في تلك الأشكال. ولقد كان فيثاغورس رائدا في ربط علم الهندسة بالأعداد، وبما أن هذا الفرع هو ميدان اختصاصي بين فروع الرياضيات الأخرى، لذا فن المناسب أن نتأمل ما فعل:

برهن فيثاغورس على أن عالم الأصوات محكوم بالأعداد الصحيحة، كما أوضحنا آنفا. ومن هنا انتقل إلى البرهنة على أن هذا القول يصدق أيضا على العالم المنظور، و يعتبر ذلك - بحق - إنجازا رائعا. فهاأنذا أنظر حولي - في اليونان - لأجد نفسي وسط منظر رائع مليء بالألوان، وسط أشكال برية طبيعية، في الوديان الخضراء المنعزلة، والبحر. فأين يمكن أن نجد في خضم هذه الفوضى الأخاذة تكوينا عدديا بسيطا؟

إن السؤال يجبرنا على أن نعود القهقري إلى اكثر الثوابت بدائية في إدراكنا لقوانين الطبيعة. ولكي نجيب إجابة حسنة فمن الواضح أن علينا أن نبدأ من العناصر الكلية والشاملة في التجربة. فهناك خبرتان يقوم عليهما عالمنا المرئي: الأولى أن الجاذبية عمودية، والثانية أن الأفق يصنع زاوية قائمة مع خط الجاذبية، وهذا الترابط - و بالأحرى هذان الخطان المتعامدان في حقل الرؤية - هو ما يحدد طبيعة الزاوية القائمة. وهكذا، فإننا إذا أدرنا هذه الزاوية القائمة، وليدة الخبرة التجريبية، (الاتجاه إلى الأسفل والاتجاه جانبياً) - أربع مرات عدنا من حيث بدأنا - أي إلى تقاطع عمودي الجاذبية والأفق. فالزاوية القائمة تعرف وتُحدد بهذه العملية الرباعية، وبها تتميز عن أية زاوية اصطلاحية أخرى.

ففي العالم المنظور، إذن، في مستوى الصورة العمودية الذي تقدمه أعيننا لنا، تُعرف الزاوية القائمة بأنها الزاوية التي تعود إلى ذات الوضع إذا دارت أربع مرات. و ينطبق نفس التعريف على عالم التجربة الأفقي، الذي نتحرك فيه. فلنتأمل هذا العالم؟ عالم الأرض المسطحة والخريطة

ونقاط البوصلة. إني أقف هنا متطلعا بناظري عبر المضائق من جزيرة ساموس إلى سواحل آسيا الصغرى التي تقع باتجاه الجنوب. ثم آخذ بيدي قطعة مثلثة من البلاط واستعملها كمؤشر لتشير هناك إلى الجنوب (وقد عملت المؤشر على شكل مثلث قائم الزاوية، لأنني وددت أن أديره، أربع مرات بجانب بعضها). فإذا أدرت هذا المثلث حتى يتم زاوية قائمة فانه يشير نحو الغرب، وإذا كررت العملية مرة ثانية فانه يشير نحو الشمال، ومرة ثالثة فيشير نحو جهة الشرق، وفي المرة الرابعة والأخيرة يعود إلى جهة الجنوب، مشيرا مرة ثانية إلى آسيا الصغرى، تماما بالاتجاه الذي بدأ المثلث منه.

والعالم الطبيعي كما نعرفه بالتجربة وكذلك العالم الذي نبنيه يقومان على تلك العلاقة. وقد كان الأمر كذلك منذ أن أقام البابليون الحدائق المعلقة، بل وأقدم من ذلك، منذ أن بنى المصريون الأهرامات. وكانت هاتان الحضارتان قد عرفتا بشكل عملي أن في جهاز إقامة الزاوية القائمة الذي استعمله البناؤون القدماء علاقات عددية تقرر وتحدد وتقع الزاوية القائمة. وكان البابليون سباقين في هذا المضمار، إذ كانوا يعرفون المئات، من معادلات الزاوية القائمة حوالي 2000 ق. م. بينما عرف الهنود والمصريون بعضا منها فقط. و يبدو أن المصريين كانوا يستعملون بشكل دائم تقريبا لإقامة الزاوية القائمة المثلث الذي أضلاعه تساوي بالترتيب ثلاث، أربع، وخمس وحدات، إذ ينتج عن ذلك دوما مثلث قائم الزاوية. وسار الأمر بهذا الأسلوب العملي إلى حوالي عام 550 ق. م. عندما رفع فيثاغورس مستوى هذه المعرفة من عالم التجربة إلى عالم البرهان كما يجب أن نسميه الآن. وكان ذلك عندما طرح السؤال التالي: «كيف يمكن استنتاج هذه الأعداد، التي هي أطوال أضلاع مثلثات البنائين من الحقيقة الواقعية أن الزاوية القائمة هي التي إذا دارت أربع مرات عادت إلى ذات الاتجاه؟».

ونظن أن برهانه سار على النحو التالي (وهو بالمناسبة ليس البرهان الموجود في الكتب المدرسية): لنأخذ النقاط المؤشرة الأربع الرئيسية - إلى الجنوب والغرب والشمال والشرق - وهي رؤوس المثلثات التي تشكل تقاطع الخطين المتصالبين في البوصلة نجد أنها تشكل أركان مربع. وإذا حركت المثلثات الأربعة بحيث ينتهي الضلع الأطول في كل منها عند النقطة المؤشرة

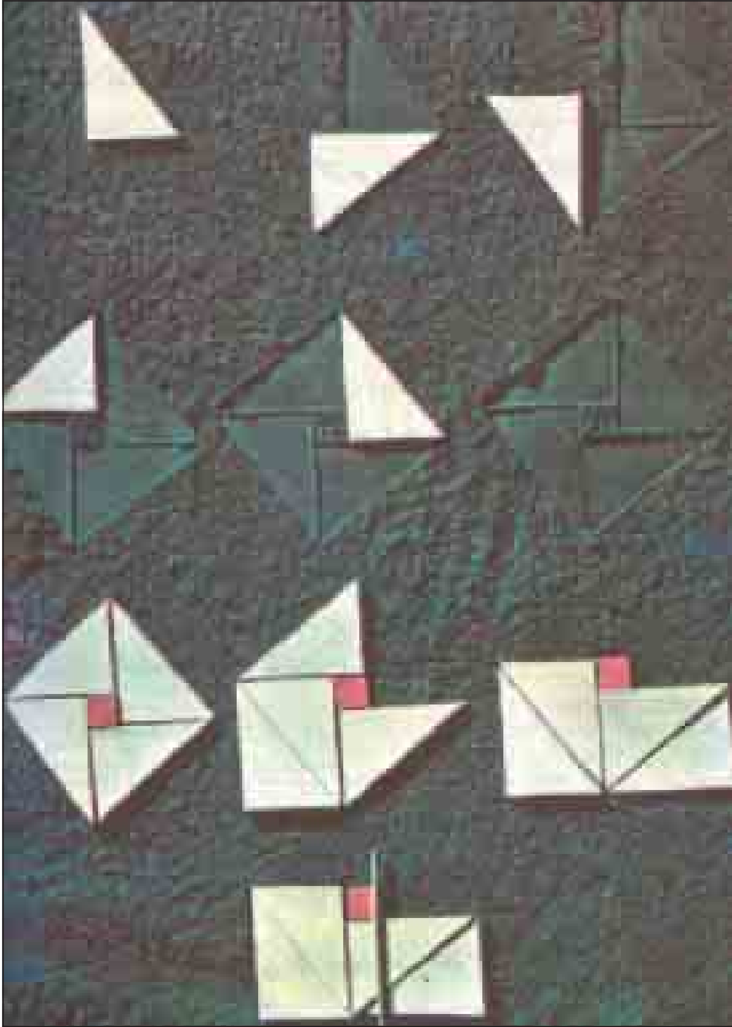
للمثلث المجاور له، أكون بذلك قد شكلت مربعا على أطول ضلع من المثلث قائم الزاوية، أي على الوتر. ولكي أعيّن تماما المساحة المحصورة، أملأً المربع الداخلي الصغير المتشكل بين هذه المثلثات بقطعة إضافية ملونة من البلاط، (لقد استعملت قطع البلاط لأن العديد من طرز البلاط المستعملة في روما وفي الشرق أصبحت - من الآن فصاعدا - تشتق من هذا النوع من المزاوجة بين العلاقات الرياضية والتفكير في الطبيعة.)

وهكذا يكون قد تشكل لدينا مربع على وتر المثلث قائم الزاوية. وبالطبع يمكن أن نرى العلاقة بين مساحة هذا المربع، ومجموع مساحتي المربعين القائمين على الضلعين الآخرين، بطريقة حسابية بحتة. ولكن ذلك يخطئ التركيب الطبيعي والصفات الداخلية للشكل. ففي الواقع لا نحتاج إلى أية عمليات حسابية. إذ أن لعبة صغيرة من تلك التي يلعبها الأطفال والمشتغلون بالرياضيات تكشف عن الحقيقة أكثر من العمليات الحسابية:

إذا نقلت مثلثين من الأربعة إلى موضع جديد، كأن تنقل المثلث الذي كان يشير إلى الجنوب بحيث يقع أطول ضلع فيه على امتداد أطول ضلع في المثلث الذي كان يشير إلى الشمال، وكذلك تنقل المثلث الذي كان يشير إلى الشرق ليقع أطول ضلع فيه على امتداد أطول ضلع في المثلث الذي يشير إلى الغرب، فانه يصبح لديك شكل على هيئة حرف (L) وله نفس المساحة (وهذا طبيعي لأنه مكون من نفس قطع المثلثات)، ويمكننا أن نرى العلاقة بين أضلاع الشكل الجديد وأضلاع المثلث قائم الزاوية الأصغر منه.

ولكي يتضح للعيان تركيب الشكل هذا: ضع فاصلا يفصل الجزء الأفقي عن العمودي في هذا الشكل. فيتضح عندها أن الجزء الأفقي هو المربع على الضلع الأقصر من المثلث، بينما الجزء العمودي هو المربع على الضلع الأطول من أضلاع الزاوية القائمة في المثلث قائم الزاوية الأصلي.

بذلك يكون فيثاغورس قد برهن على نظرية عامة: ليس فقط بالنسبة للمثلث الذي استعمله المصريون ذي الأبعاد 3: 4: 5:، أو أي مثلث آخر استعمله البابليون، بل بالنسبة لكل مثلث يحوي زاوية قائمة. لقد برهن على أن سماحة المربع المقام على وتر المثلث قائم الزاوية تساوي مجموع مساحتي المربعين المقامين على الضلعين المتعامدين في هذا المثلث، شريطة أن يحوى المثلث زاوية قائمة. فمثلا نجد أن المثلث 3: 4: 5: مثلث قائم الزاوية لأن



اللوحة رقم (١٩)

لقد ارتقى فيثاغورس بالمعرفة من عالم التجربة، إلى عالم البرهان كما يجب أن نسميه الآن.
- توضيح لبرهان فيثاغورس، المشروح في النص، على نظريته الشهيرة القائلة بان مربع الوتر يساوي مجموع مربعي الضلعين الآخرين، في المثلث قائم الزاوية.

العلاقة السابقة تنطبق عليه أي أن: $3x3+4x4=9+16=$ و $25=5x5=5^2$
$3^2x4^2=$ و $9+16=25$

ويصح نفس الشيء بالنسبة للمثلثات التي أوجدها البابليون، سواء أكان ذلك المثلث بسيطا مثل المثلث ذي الأبعاد 8: 15: 17، أم ضخما جدا مثل المثلث ذي الأبعاد 3367: 3456: 4825، الأمر الذي يدل - دون أدنى شك - على أنهم كانوا يتقنون علم الحساب.

وحتى هذا اليوم، تظل نظرية فيثاغورس أهم نظرية منفردة في علم الرياضيات بأكمله. ورغم أن هذا القول يبدو جريئا وخارجا عن المألوف، إلا أنه ليس قولا ملقى على عواهنه، ذلك أن ما أسسه فيثاغورس هو تعبير عن الصفات الرئيسية للحيز الذي نتحرك ضمنه، وهذه هي المرة الأولى التي ترجم الحيز فها إلى أعداد.

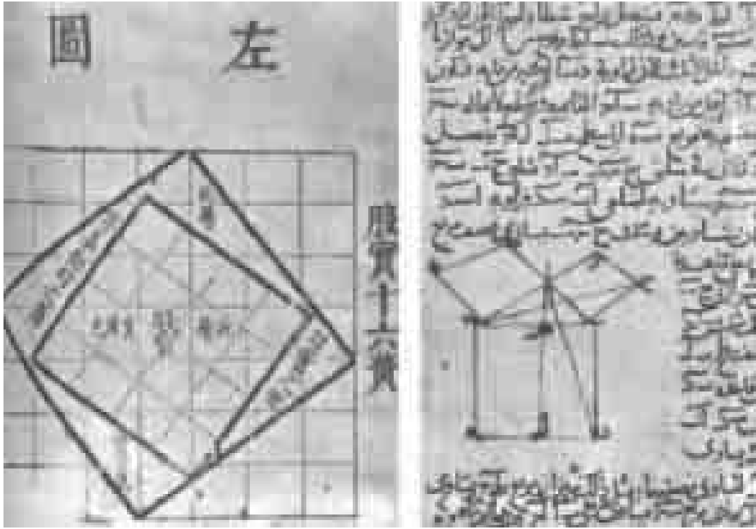
ولعل دقة تطابق الأعداد تعبير جلي عن القوانين الدقيقة التي تربط الكون. وفي الحقيقة أنه سبق أن اقترح استعمال الأعداد التي تؤلف أطوال أضلاع المثلث قائم الزاوية كرسائل يمكن أن نرسلها إلى الكواكب في مجموعات نجمية أخرى بقصد اختبار إمكان وجود حياة عاقلة هناك. وجوهر الأمر أن نظرية فيثاغورس، بالشكل الذي برهنتها، إنما هي إيضاح للتماثل في مستوى الحيز. فالزاوية القائمة هي عنصر التماثل الذي يقسم المستوى إلى أربعة اتجاهات. ولو كان للمستوى نوع آخر مختلف من التماثل، لما كانت هذه النظرية صحيحة، وفي هذه الحالة تكون هناك علاقة مختلفة صحيحة بين أضلاع المثلثات الخاصة. والحيز جزء أساسي هام من الطبيعة، تماما كالمادة، حتى لو كان غير مرئي، كما في حالة الهواء. وهذا هو فحوى علم الهندسة. فالتماثل ليس مجرد شيء وصفي جميل، بل كغيره من أفكار فيثاغورس، ينفذ إلى مفهوم الانسجام في الطبيعة.

وعندما برهن فيثاغورس نظريته العظيمة، قام مئة ثور قربانا لآلهة الفنون (في الأساطير اليونانية) تعبيرا عن شكره على الإلهام الذي أوصله إلى نظريته، وذلك القربان لفتة تدل على الفخر والتواضع معا: كما يشعر كل عالم حتى يرمنا هذا عندما تتطابق الأعداد في نظريته وتقول: «هذا جزء من تركيب الطبيعة نفسها أو مفتاح لفهمه».

كان فيثاغورس فيلسوفا، ونوعا من الشخصية الدينية لأتباعه أيضا.

وفي الحقيقة كان فيه شيء من ذلك التأثير الآسيوي الذي يتخلل كل الحضارة الإغريقية والذي نغفله عادة. ذلك أننا ننزع إلى اعتبار اليونان جزءا من الغرب، ولكن جزيرة ساموس التي تقع على حافة بلاد اليونان القديمة من ناحية الشرق، تبعد ميلا واحدا فقط عن آسيا الصغرى. ومن هناك انساب الكثير من الفكر الذي ألهم الإغريق، ثم بصورة غير متوقعة، انساب عائدا إلى آسيا في القرون التالية، قبل أن يصل إلى أوروبا الغربية.

وتقوم المعرفة عادة برحلات هائلة ضخمة، وما يبدو - بالنسبة لنا -



اللوحة رقم (20)

مخطوطة عربية حول نظرية يعود تاريخها إلى عام 1258 م. وكذلك نسخة عن هذه النظرية مطبوعة باللغة الصينية، وتعزى إلى العالم تشوباي المعاصر لفيثاغورث.

قفزة في الزمان. لا يعدو كونه في الغالب تقدما طويلا من مكان لآخر، ومن مدينة لأخرى. فالقوافل التجارية تحمل مع بضائعها طرق التجارة في بلادها - من أوزان ومقاييس وطرق حساب مع الأساليب التقنية والأفكار التي كانت تذهب أينما ذهبت القوافل، عبر آسيا وشمال أفريقيا. وكمثال واحد من بين عدة أمثلة، نجد أن رياضيات فيثاغورس لم تأت إلى أوروبا

مباشرة، وصحيح أن هذه الأفكار ألهبت خيال الإغريق، بيد أن المكان الذي نمت فيه وتطورت إلى نظام متكامل منظم كان مدينة الإسكندرية. والرجل الذي عمل ذلك النظام وجعله مشهورا كان اقليدس، الذي ربما أحضر ذلك النظام معه إلى الإسكندرية حوالي عام 300 ق. م.

كان اقليدس ينتمي إلى المدرسة الفيثاغورسية. وعندما سأله أحد مستمعيه عن الفائدة العملية لإحدى النظريات قيل إن اقليدس التفت إلى عبده وقال باحتقار: «إن هذا الرجل يريد أن يربح من التعليم، أعطه درهما يا غلام». ويبدو أن هذا اللوم قد حُور من شعار الاخوة الفيثاغورثيين الذي يمكن أن يترجم كالتالي: «شكل هندسي وخطوة وليس شكلا هندسيا ودرهما» واخوة المعنية هنا هي الخطوة في المعرفة، أو ما أسميته ارتقاء الإنسان.

إن تأثير اقليدس، كنموذج للتفكير الرياضي كان هائلا ودائما. فقد تُرجم ونسخ كتابه المسمى «مبادئ الهندسة» أكثر من أي كتاب آخر باستثناء الكتاب المقدس، إلى يومنا هذا. لقد علمني الرياضيات - لأول مرة - إنسان كان لا يزال يسمى النظريات الهندسية بأرقامها التي أعطاها إياها اقليدس. وكان هذا أمرا شائعا حتى منذ خمسين سنة، وكانت هذه هي الطريقة السائدة في الإشارة إلى النظريات في الماضي. وعندما كتب جورج اوبري، حوالي عام 1680، يصف كيف وقع توماس هوبز فجأة في غرام الهندسة، وبالتالي الفلسفة، في ذلك العصر، قال إن ذلك التعلق بدأ عندما صادف هوبز في مكتبة أحد أصدقائه كتاب «مبادئ الهندسة» مفتوحا على النظرية رقم 47 للكتاب الأول وهذه النظرية هي نظرية فيثاغورس الشهيرة.

والعلم الآخر الذي كان يمارس في الإسكندرية حوالي ميلاد المسيح هو علم الفلك. ومرة ثانية، نستطيع أن نلحظ انسياب التاريخ في تيار الأسطورة: فعندما يذكر الإنجيل أن ثلاثة حكماء تتبعوا مسار نجم إلى بيت لحم، فان في القصة ترديداً لصدى عصر كان فيه الحكماء يتطلعون بأبصارهم إلى النجوم. والشخص الذي كان يقرأ أسرار السماوات - التي كان يبحث عنها هؤلاء الحكماء - هو الإغريقي كلوديوس بطليموس، الذي عمل في الإسكندرية حوالي عام 150 ق. م. وقد وصلت أعماله إلى أوروبا بنصوص عربية، لأن نسخ النص الإغريقي الأصلي فقد معظمها أثناء نهب المكتبة الضخمة في الإسكندرية، من قبل المسيحيين المتعصبين عام 389 م. كما فقد بعضها

الآخر خلال الحروب والغزوات التي اجتاحت شرق البحر الأبيض المتوسط خلال العصور الوسطى.

إن النموذج الذي وضعه بطليموس للسماوات معقد لحد الروعة، ولكنه يبدأ بتشبيه بسيط. لقد كان واضحا أن القمر يدور حول الأرض، لذا بدا واضحا لبطليموس أن الشمس والكواكب الأخرى تقوم بنفس الشيء أيضا (اعتقد القدماء بأن الشمس والقمر كوكبان). لقد كان الإغريق يعتقدون أن الشكل الأمثل للحركة هو الدائرة، ولهذا جعل بطليموس الكواكب تدور في دوائر، أو في دوائر تدور بدورها في مدارات دائرية أخرى. وبالنسبة لنا يبدو هذا مخططاً ساذجا ومصطنعا. ومع ذلك، فهو في الحقيقة نظام جميل وابتكار عملي وكان الاعتقاد بهذا النظام يرقي إلى مستوى العقيدة الدينية عند العرب والمسيحيين في العصور الوسطى. وقد بقيت هذه النظرية سائدة لمدة أربعة عشر قرنا، أي فترة أطول مما ينتظر لأية نظرية علمية حديثة أن تبقى دون إدخال تعديل جذري عليها.

ويجدر بنا أن نتأمل في السبب الذي جعل علم الفلك يتطور مبكرا بهذا الحد والى درجة عالية من الإتقان والتفصيل، بحيث أضحى فعليا نموذجا رئيسيا يحتذي للعلوم الفيزيائية رغم أن النجوم بخد ذاتها ينتظر أن تكون أقل الأشياء الطبيعية إثارة لفضول الإنسان. والطبيعي أن يكون جسم الإنسان المرشح الأفضل لاهتمامه المنظم المبكر. إذن لماذا تقدم علم الفلك كأول علم سابقا علم الطب؟ ولماذا لجأ الطب إلى النجوم طلبا للبشائر والنذر والتنبؤ بالتأثيرات المواتية والضارة في حياة المريض؟ مما لا شك فيه أن الاستعانة بالتنجيم تمثل تنازل الطب عن صفته كعلم. واعتقد أن السبب الرئيسي لكل ذلك، هو أن حركات النجوم التي يمكن مراقبتها كان بالوسع حسابها وإخضاعها للرياضيات منذ القدم (ومن المحتمل أن تكون الرياضيات قد دخلت الفلك لأول مرة في بابل قبل 3000 سنة ق. م). إذن يرجع بروز علم الفلك المبكر إلى ميزته التي تتمثل في إمكان معالجته رياضيا. وفي الواقع أن تقدم الفيزياء وعلم الحياة في الآونة الأخيرة ارتكز بصورة رئيسية على إيجاد صيغ لقوانين هذه العلوم يمكن وضعها على شكل نماذج رياضية.

وكثيرا ما يتطلب انتشار الأفكار حافزا جديدا. وقد كان ظهور الإسلام بعد مضي ستة قرون على ميلاد المسيح ذلك الحافز القوي الجديد. وقد

بدأت الدعوة المحمدية في مكة وواجهت في البداية صعوبات جمة. بيد أنه حالما انتهى محمد (صلعم) من فتح مكة عام 630 م اجتاح الإسلام كالعاصفة الجزء الجنوبي من العالم. وفي خلال مائة عام احتل الإسلام الإسكندرية، وأنشأ مدينة ضخمة تعني بالتعليم - بغداد - ، ودفع بحدوده إلى الشرق حتى ما وراء أصفهان في بلاد فارس وبحلول عام 730 م كانت الإمبراطورية الإسلامية تمتد من أسبانيا وجنوب فرنسا إلى حدود الصين والهند: إمبراطورية اتسمت بالقوة الهائلة والسماحة والرحمة بينما كانت أوروبا تغط في العصور المظلمة.

وقد جمع هذا الدين الذي هدف إلى هداية الناس علوم البلاد التي دخلت في الإسلام بحماسة وهوس شديدين. وفي الوقت ذاته كان هنالك تشجيع للحرف والمهارات المهنية البسيطة التي كانت محتقرة قبل ذلك. فعلى سبيل المثال، تم بناء المساجد الأولى ذات القباب بواسطة الأدوات البسيطة التي كان البناؤون يستعملونها ذلك الوقت. فمسجد الجمعة في أصفهان يعد أحد أجمل الآثار التي شيدت في صدر الإسلام. وفي أمثال هذه المدن والمراكز كانت معارف الإغريق والشرق تجمع بعناية وتستوعب وتنتشر في الأمصار.

وكان محمد (صلعم) يؤكد بإصرار على أن الإسلام ليس دين معجزات.

ولهذا كان الإسلام في محتواه الفكري نموذجا للتأمل والتحليل. فالإسلام - خلافا للدينين السماويين السابقين - لم يعط الله تعالى صفات شخصية بشرية بل صفات عامة مثالية: فالصوفية في الإسلام ليست دما ونبيذا وجسدا وخبزا بل هي نشوة سماوية لا دنيوية [3].

**اللَّهُ نُورُ السَّمَوَاتِ والأَرضِ مَثَلُ نُورِهِ كَمِشكَوةٍ فِيهَا مِصبَاحٌ المِصبَاحُ فِي زُجَاجَةٍ الزُّجَاجَةُ كَأَنَّهَا كَوكَبٌ دُرِّيٌّ يُوقَدُ مِن شَجَرَةٍ مُّبَرَكَةٍ زَيتُونَةٍ لاَّ شَرقِيَّةٍ وَلا غَربِيَّةٍ يَكَادُ زَيتُهَا يُضِيءُ وَلَولَم تَمسَسهُ نَارٌ نُّورٌ عَلَى نُورٍ يَهدِي اللَّهُ لِنُورِهِ مَن يَشَاءُ وَيَضرِبُ اللَّهُ الأَمثَلَ للنَّاسِ وَالَّهُ بِكُلِّ شَيءٍ عَلِيمٌ(35) فِي بُيُوتٍ أَذِنَ اللَّهُ أَن تُرفَعَ وَيُذكَرَ فِيهَا اسمُهُ يُسَبِّحُ لَهُ فِيهَا بِالإُدُوِّ والأَصَالِ(36) رِجَالٌ لاَّ تُلهِيهِم تِجَرَةٌ وَلاَ بَيعٌ عَن ذِكرِ اللَّهِ وإقامة الصَّلَوةِ وَإِيتَاءِ الزَّكَوةِ يَخَافُونَ يَوماً تَتَقَلَّبُ فِيهِ القُلُوبُ وَالأَبصَر(37)** [4]

وكان الإسطرلاب أحد الاختراعات الإغريقية، التي طورها الإسلام

ونشر استعمالها. وكأداة مراقبة فلكية يعتبر الإسطرلاب جهازا بدائيا، إذ لا يقيس سوى ارتفاع الشمس أو النجم، قياسا تقريبيا. لكن بجمع تلك الملاحظة مع خريطة أو أكثر من خرائط النجوم، مكن الإسطرلاب مستعمليه من القيام بمجموعة متقنة من العمليات. الحسابية يمكن بواسطتها تعيين خط العرض وشروق الشمس وغروبها ومواقيت الصلاة واتجاه الكعبة ليتجه إلى القبلة في صلاته المسافر. وبالإضافة إلى خريطة النجوم، فقد كان الإسطرلاب مزينا ببعض زخارف التنجيم والتفاصيل الدينية التي تضفي راحة نفسية على مستعمله.

وظل الإسطرلاب لحقبة طويلة ساعة الجيب والمسطرة الحاسبة للعالم. وعندما كتب الشاعر جيوفري تشوسر سنة 1391 م رسالة على شكل كتيب أولي ليعلم ابنه كيف يستعمل الإسطرلاب، قام بنسخ هذا الوصف عن كتاب لعالم فلك عربي يعود تاريخه إلى القرن الثامن الميلادي.

وكانت العمليات الحسابية متعة لا نهاية لها بالنسبة للعلماء العرب المسلمين. فقد أحبوا المسائل الحسابية والرياضية، وكانوا يتلذذون باكتشاف طرق عبقرية وجديدة لحلها. وفي بعض الأحيان كانوا يحولون هذه الطرق إلى أجهزة ونماذج ميكانيكية. ثم ظهر الحاسب التنجيمي أو الفلكي، وهو أداة حاسبة سريعة، أكثر اتقانا وتطورا من الإسطرلاب القديم. وكان هذا



اللوحة رقم (21)

ظل الإسطرلاب لحقبة طويلة من الزمن، ساعة الجيب والمسطرة الحاسبة للعالم.
1- واجهة إسطرلاب إسلامي من طليطلة يعود تاريخه إلى القرن التاسع الميلادي.
2- الوجه الخلفي للإسطرلاب الذي وصفه تشوسر في كتابه التمهيدي، عام 1390.
3- أداة فلكية تنجيمية مصنوعة من النحاس، بغداد، عام 1241 م.



الحاسب بمثابة تقويم آلي (يحسب أوتوماتيكيا)، وقد صنع أيام الخلافة في بغداد خلال القرن الثالث عشر. ورغم أن الحسابات التي يجربها لم تكن عميقة، إلا أنه يعتبر شهادة على المهارة الفنية لأولئك الذين صنعوه



قبل سبعة قرون، ودليلا على ولعهم باللعب بالأعداد. ولعل أهم ابتكار أنجزه العلماء العرب المتصفون بالحماس وحب البحث العلمي والتسامح كان في مجال كتابة الأعداد، فقد كانت أوروبا تستعمل في ذلك الوقت الطريقة الرومانية غير الأنيقة في كتابة الأعداد، حيث يعبر عن العدد بوضع أجزائه المؤلفة بجانب بعضها: فمثلا إذا أردنا أن نكتب رقم 1825، نكتبه بالأرقام الرومانية على النحو التالي MDCCCXXV لأن مقدار M=1000 و D=500 و C+C+C=100+100+100 و X+X=10+10 و V=5. أما الإسلام فقد استبدل بهذه الطريقة الطريقة العشرية الحديثة التي لا نزال نسميها الطريقة العربية حتى الآن.

فلكي نكتب 1825 بالطريقة العربية ندون الأرقام الأربعة بكل بساطة بترتيب بحيث تصبح كلها عددا واحدا. ذلك لأن المنزلة أو الخانة التي يقع فيها الرقم هي التي تعلن عما إذا كان الرقم يعني الآلاف أو المئات أو العشرات أو الآحاد.

على أنه يترتب على النظام الذي يحدد مقدار العدد بمنزلة الرقم أن يوفر رمزا للمنزلة الحالية. وهكذا تطلبت الطريقة العربية ابتكار الصفر. وكان الصفر العربي في بداية الأمر شبيها بالصفر كما يكتب باللغات الأوروبية. وفي الواقع فان كلمتي (Zero أو cipher) اللتين تعنيان الصفر كلمتان عربيتان أصلا محرفتان عن كلمة الصفر، ومثلهما كلمات الجبر والمناخ والسمت (algebra، almanac، Zenith) وعشرات الكلمات الأخرى في علمي الرياضيات والفلك. وقد جاء العرب بالنظام العشري من الهند حوالي عام 750 م، ولكن هذا النظام لم يؤخذ به في أوروبا إلا بعد مضي خمسة قرون على ذلك.[5]

وقد يكون حجم الإمبراطورية العربية الضخم هو الذي جعلها سوقا كبيرا للمعرفة. يضم علماء عديدين من بينهم النساطرة الهراطقة (المنشقون عن الكنيسة الكاثوليكية) في الشرق، واليهود الكفار في الغرب. ويمكن أن تكون هذه ميزة في الإسلام كدين، إذ رغم أنه حاول هداية الناس ودعوتهم للدخول فيه، إلا أنه لم يحتقر أو يستخف بعلمهم. فمدينة أصفهان في الشرق، ببلاد فارس، رمز للحضارة الإسلامية، أما في أقصى الغرب فقد بقيت حتى اليوم الحمراء في جنوب إسبانيا مركزا رائعا لتلك الحضارة.

وإذا ألقينا نظرة على الحمراء من الخارج، نجد أنها عبارة عن قلعة صلدة مربعة الشكل ولا تعطي انطباعا بأنها عربية الشكل. أما من الداخل فهي ليست قلعة بل قصرا بديعا، صمم عن عمد ليعكس على الأرض نعيم السماء. والحمراء من الأبنية المتأخرة زمنيا في العصر الأندلسي، إذ تبدو عليه مظاهر تراخي إمبراطورية جاوزت أوجها، وفقدت روح المغامرة وظنت أنها في أمان. فلقد انقلب الناس من التدين والتأمل إلى إرضاء الذات وإشباع الشهوات. وهو أمر بين، حتى في موسيقى المياه في القصر، تلك المياه التي يعطي خريرها في مجاريها المتعرجة كثيرا من الأنغام العربية، رغم أنها قائمة على المقياس الفيثاغوري قلبا وقالبا. ولذا فان كل قاعة في قصر الحمراء تعكس صدى وذكرى حلم حلق فيه السلطان (ذلك أنه لم يكن يمشي في القصر، بل كان يحمل). إن الحمراء تكاد تكون صورة لوصف الجنة في القرآن، «قال الله تعالى:

**وَالَّذِينَ آمَنُواْ وَعَمِلُواْ الصَّالِحَاتِ لَنُبَوِّئَنَّهُم مِّنَ الْجَنَّةِ غُرَفاً تَجْرِي مِن تَحْتِهَا الأَنْهَارُ خَالِدِينَ فِيهَا نِعْمَ أَجْرُ الْعَامِلِينَ(58) الَّذِينَ صَبَرُواْ وَعَلَى رَبِّهِمْ يَتَوَكَّلُونَ(59)** [6]

**أُوْلَئِكَ لَهُمْ رِزْقٌ مَّعْلُومٌ (41) فَوَاكِهُ وَهُم مُّكْرَمُونَ(42) فِي جَنَّتِ النَّعِيمِ (43) عَلَى سُرُرٍ مُّتَقَبِلِينَ(44) يُطَافُ عَلَيهِم بِكَأْسٍ مِّن مَّعِينَ(45) بَيْضَاءَ لَذَّةٍ لِّلشَّارِبِينَ(46)** [7]

**أُولَئِكَ لَهُمْ جَنَتُ عَدْنٍ تَجْرِي مِن تَحْتِهِمُ الأَنْهَرُ يحَلَّوْنَ فِيهَا مِنْ أَسَاوِرَ مِن ذَهَبٍ وَيَلْبِسُونَ ثِيَاباً خُضْراً مِن سُندُسٍ وَإِسْتَبْرَقٍ مُّتَكِئِينَ فِيهَا عَلَى الأَرَائِك نِعْمَ الثَّوَابُ وَحَسُنَتْ مُرْتَفِقَاً (31) صدق الله العظيم.** [8]

ويعتبر قصر الحمراء آخر صرح للحضارة العربية في أوروبا وأكثرها روعة. وقد حكم آخر ملك عربي في الأندلس حتى عام 1492 م، عندما كانت ملكة إسبانيا ايزبيلا تدعم مغامرة كولومبوس. وقصر الحمراء مثل قرص شمع العسل مليء بالساحات والمجرات، وأكثر مكان سرية في القصر[9] هو تلك القاعة التي تأتي إليها بنات الحريم بعد الاستحمام في الحمام حيث كن يضطجعن على الأرائك بينما كان الموسيقيون المكفوفون يعزفون الألحان الشجية في الرواق، والعبيد الخصيان يروحون ويجيئون، والملك يراقب من علٍ ثم يرسل تفاحة (مع أحد الخصيان) للفتاة التي وقع



اللوحة رقم (22)

تبدو الحمراء من الخارج، قلعة هائلة حصينة مربعة الشكل. منظر جبال سييرا نيفادا في جنوب إسبانيا، وأمامها الحمراء في غرناطة.

اختياره عليها يمضي تلك الليلة معه.

ولو كان ذلك في حضارة غربية لامتلأت هذه القاعة بلوحات رائعة لأشكال أنثوية، أو صور مثيرة. وهذا ما لا نراه هنا. لأن تمثيل جسد الإنسان (بالرسم أو النحت) محرم في الإسلام. لهذا السبب نجد - عوضا عن ذلك - أشكالا هندسية ملونة ضمن تصاميم بالغة البساطة. وهكذا أصبح الفنان وعالم الرياضيات شخصا واحدا في الحضارة العربية، وأنا اعني ذلك حرفيا. وتمثل هذه النماذج الهندسية ذروة استكشاف العربي لأعماق الحيز ومستويات التماثيل فيه. والحيز ذاك هو الحيز ذو البعدين لما نسميه الآن المستوى التقليدي والذي كان فيثاغورس أول من حدد معالمه وعرفه.

ووسط هذه الثروة الهائلة من الطرز الزخرفية، أريد أن أبدأ بنموذج سهل بسيط. ففي هذا الطراز يتكرر شكل ذو ورقتين، إحداهما قاتمة اللون وأفقية والأخرى رأسية ذات لون فاتح، والتماثلات الواضحة هنا هي من النوع الانتقالي (أي نقل الطراز بشكل متواز) أي أن الطراز تكرار لصورة الشكل بصورة متوازية أو عمودية. ولكن لاحظوا نقطة دقيقة أخرى وهي أن العرب كانوا مغرمين بالتصاميم التي تكون فيها الوحدتان المتكررتان

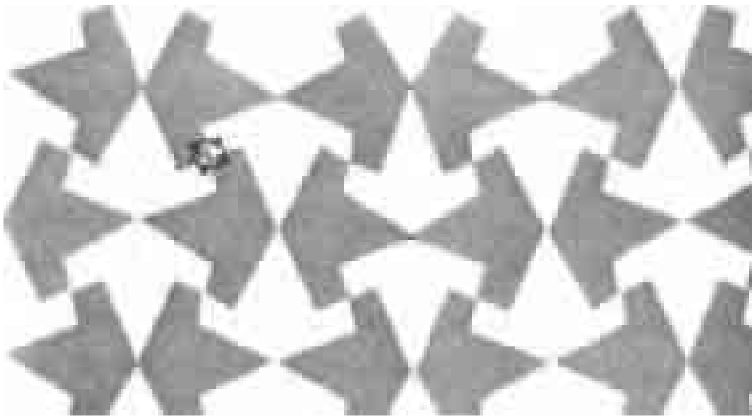


اللوحة رقم (23)

يعتبر قصر الحمراء آخر صرح للحضارة العربية في أوروبا وأكثرها روعة. رواق الموسيقيين، وحمام الحريم، داخل القصر.

القاتمة والفاتحة بنفس الشكل. وبذا نجد أن إدارة الورقة القاتمة زاوية قائمة يجعلها تتطابق مع الورقة فاتحة اللون المجاورة. ولذلك فان إدارة الشكل حول نقطة الاتصال نفسها يؤدي إلى انتقاله إلى الوضع التالي. وبإدارته مرة ثانية (حول ذات النقطة) ينتقل شكل الورقة إلى الوضع الثالث، وإدارته مرة أخيرة تعيد رسم الورقة إلى وضعه الأول. فالحركة الدورانية هذه تنقل النموذج كله بصورة دقيقة، إذ تأخذ كل ورقة في النموذج موضع الورقة الأخرى، مهما كان بعد هذه الأوراق عن مركز الدوران. أي أن تكرار انعكاس صورة الورقة على الخط الأفقي عبارة عن تماثل ثنائي للطراز الملون، ومثل ذلك أيضا الانعكاس على الخط العمودي. ولكن إذا تجاهلنا الألوان نرى أن هنالك تماثلا رباعيا يتوفر بعملية إدارة الشكل خلال زاوية قائمة أربع مرات. وهي ذات الطريقة التي برهنا بواسطتها من قبل على نظرية فيثاغورس، ولذلك فان الطراز غير الملون يصبح في تماثله مثل المربع الفيثاغوري.

والآن لننظر إلى طراز أكثر عمقا، فهذه المثلثات التي تبدو وكأن الريح عصفت بها، بألوانها الأربعة تظهر نوعا واحدا بسيطاً من التماثل في اتجاهين. إذ بوسعك أن تنقل الطراز أفقيا أو عموديا إلى أوضاع متطابقة جديدة. وعدم استقامة أضلاع المثلثات كما لو عصفت بها الريح ليس أمرا



اللوحة رقم (24)

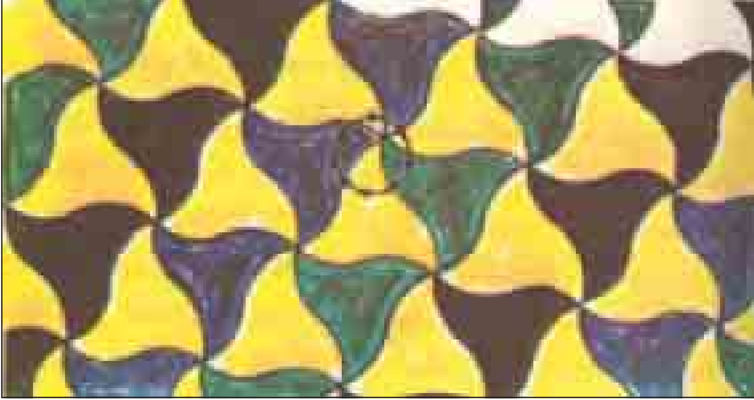
يلاحظ أن البياض (الفراغ) بين الأشكال الغامقة اللون يمثل نفس الشكل الغامق

غير وارد أو غير هام، ذلك انه من غير المعتاد إيجاد نظام متماثل لا يسمح بانعكاس صورته، ولكن هذا الطراز لا يكرر انعكاس صورته لأن كل هذه المثلثات ذوات الأضلاع غير المستقيمة هي يمينية الاتجاه في حركها، ولا يمكن انعكاسها (كما في المرآة) دون أن تصبح يسارية.

والآن افترض أنك أهملت الفرق بين الأخضر والأصفر والأسود والأزرق (الملكي) وفكر بأن تميز فقط بين المثلثات القاتمة اللون، والمثلثات فاتحته. عندئذ تلحظ أن هناك تماثلا دورانيا: ركز اهتمامك - مرة أخرى - على إحدى نقاط الاتصال، فهناك تلتقي ستة مثلثات تتناوب بين القاتم والفاتح. وتلاحظ أنه يمكن إدارة المثلث القاتم إلى موضع المثلث القاتم التالي، ثم إلى الموضع الذي يليه، وأخيرا يعود إلى موضعه الأصلي، أي أن هنالك تماثلا ثلاثيا يدير الطراز بأكمله.

وفي الحقيقة ليس من داع لأن تتوقف التماثلات الممكنة عند هذا الحد. فإذا تناسيت الألوان بالمرة يكون عندها هناك دوران أقل من السابق، به يمكنك تحريك مثلث قاتم إلى موضع المثلث الفاتح المجاور، لأنهما متطابقان في الشكل، وباستمرار عمليه الدوران هذه إلى المثلث القاتم فالفاتح فالقاتم فالفاتح، ثم تصل أخيرا إلى المثلث الأصلي القاتم، وهذا تماثل سداسي الحيّز يدير الطراز بأكمله. وهذا التماثل السداسي، في الحقيقة، هو النوع الذي نعرفه جيدا جميعا، لأنه هو نفس التماثل في بلورة الثلج.

وهنا يحق لغير المختص بالرياضيات أن يطرح سؤالا: وما أهمية كل ما سبق ؟ وهل هذا كل ما تعنيه الرياضيات؟ وهل قضى أساتذة الرياضيات العرب القدامى، والرياضيون المحدثون، أوقاتهم في هذا النوع من الألعاب الأنيقة ؟ والرد غير المتوقع هو أنها ليست لعبة. إنها تضعنا وجها لوجه أمام شيء يصعب تذكره، وهو أننا نعيش في حيّز من نوع خاص، حيز منبسط أملس ذي ثلاثة أبعاد، وله خصائص لا يمكن الخروج عنها. فإذا ما تساءلنا عن العمليات التي تعيد الطراز إلى ذاته، نكون قد اكتشفنا القوانين الخفية التي تحكم حيِّزنا. فهناك أنواع معينة فقط من التماثلات يمكن لحيِّزنا أن يحملها، وليس فقط في الطرز التي يصنعها الإنسان، بل في الانتظام الذي تفرضه الطبيعة نفسها على تراكيبها الذرية الأساسية.



اللوحة رقم (25)

والتراكيب التي تحتضن هذه الطرز الطبيعية الفراغية للحيز هي البلورات. وعندما ننظر إلى واحدة منها، لم تمسها يد إنسان من قبل، مثل بلورة الكالسايت الأيسلندية الشفافة، سنصاب بصدمة الدهشة عندما ندرك أنه ليس هناك سبب واضح لكون هذه البلورات منتظمة الشكل. وحتى كون وجوه هذه البلورة سطوحا منبسطة ملساء أمر غير واضح السبب أيضا. إنها قضية مسلم بها أن تكون البلورات دوما ذات أشكال منتظمة متماثلة. ولكن لماذا ؟ ذلك أن الإنسان لم يشكلها على ذلك النحو، بل الطبيعة هي التي فعلت ذلك. فالوجه الأملس هو السبيل الذي تجمعت فيه الذرات بعضها مع بعض. فالنعومة والانتظام أمران فرضهما الحيز على المادة، بنفس الطريقة التي أضفى فيها الحيز على طرز الزخارف العربية الأندلسية تماثلاتها التي حللتها قبل قليل.

لنأخذ الآن مكعبا جميلا من البيريت (وهو مكون من كبريت الحديد)، أو بلورة ثمانية الوجوه من الفلورايت النفيس وهو عندي أكثرها جمالا وروعة (وهو أيضا الشكل الطبيعي لبلورة الماس). إن تماثلات هذه البلورات مفروضة عليها بحكم طبيعة الحيز الذي نعيش فيه، فهو ثلاثي الأبعاد من جهة، ومنبسط من جهة أخرى. ولا يمكن لأي تجمع من الذرات أن يخالف قانون الطبيعة الأساسي هذا. فالذرات في البلورة تترتب في جميع الاتجاهات، تماما مثل الوحدات التي تؤلف الطراز الزخرفي. وهكذا فالبلورة

- مثل الطراز - يجب أن يكون لها شكل يمكن أن يمتد أو يكرر نفسه في جميع الاتجاهات إلى ما لا نهاية. وهذا هو السبب في أن وجوه البلورة يمكنها أن تأخذ أشكالا معينة فقط، فلا يمكنها أن تأخذ أشكالا غير التماثلات في الطرز. فمثلا نجد أن العمليات الدورانية الممكنة لإتمام دورة كاملة هي مرتان أو أربع مرات أو ثلاث أو ست مرات - لا أكثر وليس خمس مرات. ذلك أنه لا يمكن أن نجمع الذرات في نظام لتعمل مثلثات تنطبق مع الحيز بشكل منتظم وتكون متجمعة بنظام خماسي.

إن التفكير في أشكال هذه الطرز المتماثلة، التي تستنفد عمليا أمانات تماثل الحيز (على الأقل في بعدين) كان الإنجاز الضخم للرياضيات العربية. وكان لهذا الإنجاز صفه النهائية الرائعة التي عمرها ألف عام. فالملك والنساء العاريات والعبيد الخصيان والموسيقيون العميان كونوا طرازا رسميا رائعا فيه استكشاف ما هو موجود كامل ولكنه للأسف، لم يكن يتطلع إلى أي تغيير. فلم يكن هنالك من جديد في الرياضيات لأنه لم يكن هنالك جديد في الفكر الإنساني، حتى انتقل ارتقاء الإنسان إلى الأمام، في حركة مختلفة وجديدة.

كانت المسيحية قد بدأت تقوى من جديد في شمال أسبانيا حوالي عام 1000 م، متسربة من عدد من مواقعها، كقرية سانتيلانا على الشريط الساحلي وهي مواقع لم يحتلها العرب أبدا. فالمسيحية هناك ديانة أرضية، منعكسة في كل صور القرية البسيطة: كالثور والحمار والحمل الضحية. إن رسوم الحيوانات أمر لا يمكن تصوره أو التفكير فيه في الدين الإسلامي، ولم يقف الأمر بالمسيحية عند حد رسوم الحيوانات بل تعداها إلى القول بأن ابن الله طفل صغير، وأمه امرأة ويجب أيضا أن تكون موضع عبادة شخصية. فعندما يُحمل تمثال العذراء في موكب ديني نصبح بالمقارنة مع الاسم في عالم آخر رؤياه شديدة الاختلاف، لا من حيث الطرز المجردة، بل من حيث الحياة الزاخرة التي لا يمكن كبح جماحها.

وعندما عادت المسيحية لتستعيد أسبانيا كانت فروة الصراع الحضاري على الحدود. إذ اختلط هناك المسلمون مع المسيحيين واليهود أيضا، وكونوا ثقافة غريبة غير عادية مكونة من ديانات مختلفة. وفي عام 1085 انحصر مركز هذه الثقافة المختلطة - فترة من الزمن - في مدينة طليطلة. وكانت

هذه المدينة بمثابة الميناء الفكري الذي دخلت منه إلى أوروبا المسيحية جميع المؤلفات الكلاسيكية التي جلبها العرب معهم إلى أسبانيا من الشرق الأوسط واليونان وآسيا.

ونظن - نحن الغربيين - أن إيطاليا تمثل مولد عصر النهضة. ولكن بدء حمل الجنين كان في أسبانيا إبان القرن الثاني عشر، وقد تمثل ذلك وعُبِّر عنه بمدرسة التراجمة بمدينة طليطلة، حيث ترجمت الكتب الإغريقية القديمة (وكانت قد نسيتها أوروبا) عن العربية والعبرية إلى اللاتينية. ومن بين الإنجازات الفكرية العديدة التي حققتها طليطلة مجموعة من الجداول الفلكية، التي كانت تعتبر بمثابة موسوعة فلكية لمواضع النجوم. ومن الصفات المميزة لتلك المدينة في ذلك العصر أن الجداول كانت مسيحية بينما الأرقام عربية، متطورة قليلا إلى الشكل العصري الذي نستعمله الآن...

وكان أشهر وألمع التراجمة آنذاك شخص يدعى جيرارد الكريموني Jerarad of Cremona، الذي قدم من إيطاليا خصيصا للبحث عن نسخة من كتاب علم الفلك لبطليموس، عنوانه «المجسطي». وقد مكث الكريموني في طليطلة ليقوم بترجمة أعمال أرخميدس وابيقراط وجالينوس، واقليدس، أي جهابذة العلم الإغريقي.

ومع ذلك فإنني اعتقد شخصيا أن أعظم شخص ترجمت أعماله، وعلى المدى البعيد كان أكثر شخص ذي أثر، لم يكن إغريقيا. ذلك لأنني مهتم بمفهوم إدراك الأشياء في الحيّز، وهو الموضوع الذي كان الإغريق مخطئين فيه كليا. ولم يفهم إلا حوالي عام 1000 م، وكان أول من فهمه عالم رياضي غريب الأطوار هو الحسن بن الهيثم. وهو العالم الأوحد الذي كان يملك تفكيرا علميا أصيلا مبتكرا، من بين من أنجبتهم الحضارة العربية. فقد كان الإغريق يعتقدون بأن الضوء يخرج من العين إلى الجسم المرئي. لكن ابن الهيثم كان أول من أدرك بأننا نرى الأشياء لأن كل نقطة فيها توجه وتعكس شعاعا إلى العين. ولم تستطع وجهة النظر الإغريقية أن تفسر كيف أن جسما مثل يدي تبدو كما لو أن حجمها يتغير عندما تتحرك. أما وفق تفسير ابن الهيثم فالأمر واضح بأن مخروط الأشعة المنبعث من حدود اليد وشكلها يزداد ضيقا مع تحريك يدي بعيدا عنك. وعند تحريكها نحوك يتسع مخروط الأشعة الداخل إلى عينيك ويقابل زاوية اكبر وذاك، بل إن

ذلك وحده هو الذي يعلل الفرق الذي يبدو في حجم اليد. وهي فكرة من السهولة والبساطة، بحيث إنه من المدهش حقا أن العلماء لم يعيروها أي انتباه لمدة ستة قرون بعد ابن الهيثم (باستثناء روجر بيكون). بيد أن الفنانين أولوا نظرية ابن الهيثم اهتمامهم قبل هذه المدة بوقت طويل، وطبقوها بطريقة عملية. وبذلك أصبح مفهوم المخروط الشعاعي المنبعث من الشيء المرئي إلى العين أساس المنظور. ومفهوم المنظور هو الفكرة الجديدة التي أعادت إحياء الرياضيات من جديد الآن.

وقد انتقلت إثارة فكرة المنظور إلى الفن في شمال إيطاليا - في فلورنسه والبندقية - خلال القرن الخامس عشر وهناك ترجمة لمخطوط البصريات لابن الهيثم في مكتبة الفاتيكان بروما، علق عليها لورنزو غيبرتي L. Ghiberti بحواش، وهو الفنان الذي صنع منظورات البرونز الشهيرة الخاصة بمعمدانية فلورنسة. ولم يكن غيبرتي الرائد الأول في فن المنظور، بل ربما كان فيليبو برونيللشي F. Brunelleschi، وعلى كل حال فقد كان لهذه الحركة عدد من الاتباع يكفي لتكوين مدرسة يمكن تعريفها بمدرسة المنظوريين «Perspective». ولقد كانت تلك مدرسة فكرية ذلك أن هدفها لم يكن فقط عمل نماذج وأشكال تشبه ما في الحياة، بل خلق الإحساس بحركة الأشكال في الحيّز.

وتتضح هذه الحركة حالما تقارن عملا رسم بطريقة المنظور مع عمل سابق. فلوحة الفنان كارباشيو عن القديسة أو رسولا، وهي تغادر ميناء يشبه البندقية شبها بعيدا، رسمت عام 1495. والتأثير الواضح لهذه اللوحة يكمن في إعطاء الحيز المرئي بعدا ثالثا، وكان ذلك في حوالي نفس الوقت الذي بدأت الأذن تسمع عمقا و بعدا آخر في تناغمات الموسيقى الأوربية الجديدة. ولكن التأثير النهائي لم يكن في العمق بقدر ما كان في الحركة. وكالموسيقى الجديدة نجد أن الصورة مع ما تصور من أناس تزخر بالحركة والحياة. وفوق ذلك كله نشعر بأن عين الرسام تتحرك أيضا.

وعلى النقيض من ذلك تقف لوحة فلورنسه الجدارية التي رسمت قبل مئة عام من لوحة كارباشيو، أي حوالي عام 1350 م. فهي تصور منظر المدينة من خارج الأسوار، حيث ينظر الرسام بسذاجة فوق الأسوار وفوق سطوح المنازل كما لو كانت قد رتبت في طبقات. ولكن هذا ليس مسألة نقص في المهارة الفنية، بل مسالة قصد من الرسام. ذلك أنه ليس هناك

أية محاولة للرسم بالمنظور لأن الرسام كان يعتبر نفسه مسجلا للأشياء، لا كما تبدو، بل كما هي: أي بنظرة عين إلهية، أو خارطة للحقيقة الأبدية.

إن لرسام المنظور قصداً مختلفا. أو - متعمدا - يجعلنا نبتعد عن أي مشهد مطلق أو مجرد. ذلك أنه يثبت لنا لحظة زمنية اكثر من مجرد مكان، واللحظة تلك عابرة: وجهة نظر في الزمان، كزمن كونها وجهة نظر في المكان. وقد تم إنجاز ذلك بوسائل رياضية دقيقة. وقد سجل جهاز هذه الطريقة بعناية الفنان الألماني البرشت دورر A. Durer، الذي سافر إلى إيطاليا عام 1506 لتعلم «فن المنظور السري». وبالطبع ثبّت دورر نفسه لحظة من الزمن، ولو أننا أعدنا بناء المشهد ذاك لرأينا أن الفنان قد اختار اللحظة الدرامية، فقد كان بوسعه التوقف في اللحظات الأولى من تحركه حول النموذج المراد رسمه، أو كان بوسعه التحرك بتجميد الرؤية في لحظة تالية.

غير أنه اختار أن يفتح عينيه مثل مصراع عدسة آلة التصوير، تماما في اللحظة القوية المناسبة، عندما يرى النموذج مواجهة بالكامل. فالمنظور لا يعبر عن وجهة نظر واحدة، بل يشكل بالنسبة للفنان عملية نشيطة ومستمرة. وقد جرت العادة - في بداية استخدام فن المنظور في الرسم - على الاعتماد على جهاز تثبيت النظرة وعلى شبكة متصالبة للامساك بلحظة الرؤية. وقد جاء جهاز تثبيت الرؤية هذا من علم الفلك، وتعتبر الورقة ذات المربعات التي ترسم عليها الصورة شيئا احتياطيا للرياضيات الآن. فالتفاصيل الطبيعية التي كان يمر بها دورر ليست سوى تعبيرات لديناميكية الزمن (وحركته): مثل رسوم الثور والحمار وحمرة الصبا على وجنتي العذراء، في لوحة دورر«محبة حكماء الشرق الثلاثة»[10]. التي تعلن أن حكماء الشرق الثلاثة قد وجدوا نجمهم، وما أعلنه ذلك النجم هو ميلاد الزمن [11].

ويعتبر كأس خمرة القربان - الذي يحمله أحد هؤلاء الحكماء في لوحة دورر - نموذجا للاختبار في تعلم المنظور. وقد قام أوتشيلو بتحليل الطريقة التي يبدو فيها ذلك الكأس، ويمكننا أن نديره بوساطة الحاسب الإلكتروني كما فعل الفنان. إن عين الفنان كانت كأنها على قرص دوار لتتبع وتسبر غور شكل الكأس المتغير، مثل استطالة الدوائر إلى قطوع ناقصة، ولتمسك لحظة من الزمن كأثر في الحيز أو المكان.

كان تحليل الحركة المتغيرة لجسم ما، بالشكل الذي نستطيع القيام به على الحاسب الإلكتروني، أمراً غريباً تماماً عن العقلين الإغريقي والإسلامي. فقد بحثا دوماً عما هو ساكن وغير متبدل، عن عالم بدون زمن ذي نظام كامل. وكانت الدائرة أكمل الأشياء بالنسبة لهم. فالحركة يجب أن تجري بسلاسة وانتظام في دوائر، ذلك كان تناغم الأجرام السماوية.

لهذا السبب بني النظام الفلكي البطليموسي على دوائر يجري فيها الزمن بانتظام ودون أي اضطراب. ولكن الحركات في العالم الحقيقي ليست منتظمة، فهي تنير اتجاهها وسرعاتها في كل لحظة. ولا يمكن تحليلها حتى يتم ابتكار رياضيات يكون فيها الزمن متغيراً. وهذه القضية مسألة نظرية، بالنسبة للسماوات، لكنها مسألة عملية وملحة على الأرض: في مسار قذيفة، وفي دفق نمو النبات، وفي سقوط قطرة واحدة من سائل حيث يمر عبر تغيرات فجائية في الشكل والاتجاه. ولم يكن لدى عصر النهضة الوسائل الفنية لإيقاف صورة من سلسلة صور على فيلم متحرك، لحظة بلحظة. ولكن عصر النهضة كانت لديه الأجهزة الفكرية: عين البصيرة النافذة للرسام، ومنطق العالم الرياضي.

وبهذا الأسلوب اقتنع يوهانس كبلر بعد عام 1600، بأن حركة كوكب ما ليست دائرية ولا منتظمة، بل هي حركة اهليلجية Elliptical يسير وفقها الكوكب بسرعات مختلفة. وهذا يعني أن الرياضيات القديمة ذات الطرز الساكنة لم تعد كافية، وكذلك الأمر بالنسبة لرياضيات الحركة المنتظمة. فأنت بحاجة إذن إلى رياضيات جديدة تحدد وتعمل بحركة فورية لحظية.

وقد ابتكر رياضيات الحركة الفورية الآنية عقلان جباران في نهاية القرن السابع عشر، هما إسحاق نيوتن وغوتفريد فلهلم لايبنتز LeibniZ. وقد أصبح هذا الأمر جد مألوف بالنسبة لنا، لدرجة أننا الآن نتصور الزمن على أنه عنصر طبيعي في وصف الطبيعة. بيد أن الأمر لم يكن هكذا دائماً. و يعود الفضل لهذين العالمين في وضع فكرة المماس، والعجلة أو التسارع، والسطح المائل، واللامتناهي في الصغر، والتفاضل. وثمة كلمة نُسيت ولكنها في الحقيقة خير مدلول لدفق الزمن، الذي أوقفه نيوتن كمغلاق عدسة التصوير، والكلمة التي أطلقها نيوتن هي: الجريان أو التغير المستمر Fluxions. وهو الاسم الذي صار (نقلا عن ليبنتز) حساب التفاضل،

Differential Calculus. ولو تصورناه على أنه مجرد أسلوب رياضي أكثر تقدماً لأفقدناه مضمونه. ففي حساب التفاضل تصبح الرياضيات أسلوباً ديناميكياً للتفكير، ويشكل ذلك خطوة عقلية رئيسية في ارتقاء الإنسان. والغريب في الأمر أن المفهوم الفني الذي يجعله قابلا للتطبيق هو مفهوم الخطوة المتناهية في الصغر، وقد تحقق هذا الإنجاز الفكري بإعطاء معنى دقيق ومحدد لمفهوم التناهي في الصغر. ولكن يمكننا أن نترك هذه المفاهيم الفنية للمختصين في الرياضيات و يكفينا أن نسميها «رياضيات التغيير».

وكانت قوانين الطبيعة توضع دوماً باستخدام الأعداد، منذ أن قال فيثاغورس بأن الأعداد هي لغة الطبيعة. ولكن لغة الطبيعة الآن أصبحت تتضمن أعداداً تصف الزمن، و بذا تصبح قوانين الطبيعة قوانين الحركة، وتغدو الطبيعة - بحد ذاتها - ليست مجرد سلسلة من الصور الساكنة، بل عملية متحركة.



اللوحة رقم (26)

الثور والحمار، وحمرة الصبا المتألقة على وجنتي العذراء.

لوحة دورر الشهيرة «محبة حكماء الشرق الثلاثة» وهي موجودة في اوفيزي، بمدينة فلورنسة.

# الهوامش

(1) هنود حمر عاشوا في جنوب المكسيك من أمريكا ووصلت حضارتهم أوجها عام 1000 بعد الميلاد.

(2) يشير إلى مسرحية العاصفة لشكسبير.

(3) الإشارة هنا إلى قول المسيح عليه السلام «كلوا فهذا لحمي واشربوا فهذا دمي»

(4) سورة النور، 35-37.

(5) يلاحظ في الأرقام من 1- 9 وجود شبه في طريقة كتابتها بالعربية والأجنبية في الأرقام التالية.

3- 1 و 3 وهي (2) واقفة على حرفها و 3 وهى أيضا (3) واقفة على حرفها بدون عصا و 9، كما أن 6 تشبه (7) كتابة وان لم يكن مدلولا.

١ ٢ ٣ ٤ ٥ ٦ ٧ ٨ ٩

(6) سورة العنكبوت.

(7) سورة الصافات.

(8) سورة الكهف.

(9) Sala de las Camas

(10) The Adoration of the Magi

(11) والزمن هنا استمارة بدلاً عن المسيح عليه السلام.

# 5 رسول إلى النجوم

كان علم الفلك، أول علم نشا في حضارة منطقة البحر الأبيض المتوسط وفق المفهوم الحديث للعلم. ومن الطبيعي أن يتوصل الإنسان إلى علم الفلك مباشرة من علم الرياضيات ذلك أن علم الفلك تطور أولا، وأصبح نمو نجاً لكل العلوم الأخرى، لا لشيء سوى أنه يمكن تحويله إلى أعداد دقيقة. وقولي هذا ليس بسبب صفة أو ظاهرة غريبة عندي (كرياضي) ولكن الغرابة في الموضوع هي أن اختار أن أبدأ قصة أول علم في البحر الأبيض المتوسط في العالم الجديد.

إن قليلا من مبادئ علم الفلك موجودة في كل الثقافات، وكانت بشكل واضح مجال اهتمام الشعوب قديماً في جميع أنحاء العالم، وهناك سبب واضح لذلك. ذلك أن الفلك هو المعرفة التي تدلنا على دورة الفصول عن طريق تتبع حركة الشمس الظاهرية، مثلا. وكذا يمكن تحديد الوقت الذي يترتب فيه على الإنسان أن يزرع، أو يحصد، أو ينقل قطعانه، وغير ذلك. ولهذا السبب كان لدى كل حضارة مستقرة تقويم يوجه خطط الناس، و ينطبق هذا الأمر على العالم الجديد، مثلما كان

صحيحاً في أحواض الأنهر في بابل ومصر.

مثال ذلك حضارة المايا التي ازدهرت قبل نهاية الألف الميلادي الأول، في برزخ أمريكا الوسطى الواصل بين المحيطين الأطلسي والهادي. ولهذه الحضارة حق الادعاء بأنها أرفع الثقافات الأمريكية: ذلك أنه كان لها لغة مكتوبة، ومهارة في الهندسة وفنون أصيلة. وكان يقطن في مجمعات معابد المايا - بأهراماتها حادة الانحدار - بعض الفلكيين ولدينا لوحات لمجموعة منهم، منقوشة على حجر مذبح أحد هذه المعابد، مازال باقياً حتى الآن. والمذبح يسجل ذكرى اجتماع فلكي قديم عقد عام 776م، حيث حضر مئة عشر رياضياً إلى مركز علم المايا الشهير الواقع في مدينة كوبان في أمريكا الوسطى.

وكان لدى شعب المايا نظام حسابي أكثر تقدماً مما كان في أوروبا في ذلك الوقت فلقد كان عندهم على سبيل المثال رمز للصفر، وكانوا رياضيين جيدين. ومع ذلك فلم يرسموا خرائط لتحركات النجوم، فيما عدا أبسط أنواعها. وعوضاً عن ذلك فقد كانت طقوسهم الدينية مهووسة بفكرة مرور الزمن، وسيطر هذا الاهتمام الشكلي على علم الفلك عندهم مثلما سيطر على أشعارهم وأساطيرهم.

وعندما انعقد المؤتمر الكبير في كوبان، كان الهدف حل بعض الصعوبات التي واجهت الكهنة المشتغلين بالفلك. ومن المحتمل أن نفترض أن الصعوبة الكبرى التي تطلبت دعوة وفود العلماء للحضور من عدة مراكز، لابد أن تكون مشكلة حقيقية من مشكلات المشاهدة أو الملاحظة، ولكن افتراضنا سيكون خطأ. فقد دعى المؤتمر للانعقاد من أجل حل مسألة حسابات في تقويم المايا كانت مصدر إزعاج دائم لمسئولي التقويم. إذ كان لديهم تقويمان، أحدهما مقدس والآخر دنيوي. ولكنهما لم يكون يستمران متوافقين فترة طويلة، وقد استنفذ الفلكيون في ذلك الاجتماع كل عبقريتهم في محاولة إيقاف الفجوة بين التقسيمين. ولم يكن لدى فلكيي المايا سوى بعض القواعد البسيطة حول حركة الكواكب في السماء، دون أن يكون عندهم أي مفهوم لآلية تلك الحركة. وكانت فكرتهم عن الفلك شكلية محضة: مسألة هدفها الحفاظ على تقاويمهم صحيحة. وكان ذلك هو كل ما أنجز عام 776 م، و بعدها جلس أعضاء الوفود كي تنقش صورهم على حجارة المعبد.

والمهم أن علم الفلك لا يتوقف عند التقويم، فثمة استعمال آخر لهذا العلم عند الأناس القدماء، غير أن ذلك لم يكن أمراً عاماً شائعاً عند الجميع. وذلك أنه يمكن أيضاً لحركة النجوم في السماء ليلا، أن تخدم كدليل للمسافر وبخاصة للمسافر بحراً وحيث لم تكن هناك علامات يستدلون بها، وهذا ما كان الفلك يعنيه بالنسبة للبحارة في البحر الأبيض المتوسط في العالم القديم. ولكن تبعاً للمعلومات المتوفرة لدينا الآن لم يستعمل العالم الجديد الفلك كدليل علمي في رحلات اليابسة أو المحيطات. وبدون علم الفلك لم يكن من الممكن حقاً أن تجد طريقك لمسافات بعيدة، أو أن تكون نظرية عن شكل الأرض والبر والبحر، وعندما أبحر كولومبوس من العالم القديم، باتجاه الطرف الآخر من العالم كان يستخدم معلومات فلكية بدائية وفجة، بالنسبة لنا الآن، فقد ظن مثلا أن الأرض أصغر بكثير مما هي عليه فعلا، ورغم ذلك فقد اكتشف كولومبوس العالم الجديد، وليس من الصدفة أن العالم الجديد لم يفكر أبدأ بأن الأرض كروية، وأنه لم يخرج أحد منهم مطلقاً للبحث عن العالم القديم، والذي حصل هو أن العالم القديم هو الذي أبحر حول الأرض لاكتشاف العالم الجديد.

وليس الفلك قمة العلم أو الابتكار. ولكنه اختبار للفكر والمزاج الكامنين في حضارة ما. فلقد كان لجوابي البحر الأبيض المتوسط منذ عهد الإغريق فضول علمي خاص، جمع روح المغامرة والفكر المنطقي والعمل التجريبي مع العمل الفكري ضمن نمط واحد من التقصي والبحث، أما العالم الجديد فلم يفعل شيئاً من ذلك.

إذن ألم يبتكر العالم الجديد أي شيء؟ والجواب هو بالنفي بالطبع. فالملاحظ أنه حتى الحضارة البدائية لجزيرة الفصح Easter Island الواقعة في قلب المحيط الهادي في النصف الجنوبي من الكرة الأرضية حققت ابتكاراً هاماً، وهو نحت بعض تماثيل ضخمة متماثلة ليس لها مثيل على الأرض، والناس يتساءلون كالمعتاد بكل أنواع الأسئلة الهامشية وغير الواردة عنها مثل: لماذا عملت هكذا ؟ وكيف نقلت ؟ وكيف وصلت إلى هذه الأماكن؟ ولكن ذلك كله ليس المشكلة الهامة. فقد كانت هناك ستونهنج Stonehenge ذات حضارة أقدم من تلك وبها نصب حجرية إقامتها أصعب بكثير، وكذلك كانت ايفبري Avebury إن كل الثقافات البدائية تتقدم ببطء خلال مشاريع

جماعية ضخمة.

والسؤال الهام حول هذه التماثيل هو: لماذا صنعت جميعها متشابهة ؟ وتبدو التماثيل لمن ينظر إليها كأناس متشابهين - مثل الفيلسوف الإغريقي ديوجينيس - في براميلهم، وهم ينظرون إلى السماء بمحاجر عيون فارغة، يرقبون الشمس والنجوم تجري من فوق رؤوسهم دون أية محاولة لإدراكها وفهمها. وعندما اكتشف الهولنديون هذه الجزيرة يوم أحد الفصح من عام 1722، قالوا إن في هذه الجزيرة الميزات التي تجعلها جنة الله على الأرض، بيد أنها لم تكن كذلك، ففردوس الأرض لا يمكن أن يتكون من هذا التكرار الفارغ، الذي يشبه حيواناً في قفص يدور ويدور ويقوم دوماً بنفس العمل. فهذه الوجوه، وهذه الأطر المتجمدة، كأنها كلها صور فيلم متحرك أخذ سيره يتقطع تشير إلى حضارة فشلت في اتخاذ الخطوة الأولى لارتقاء سلم المعرفة الفكرية. وهنا يكمن سر فشل ثقافات العالم الجديد التي ماتت وهي في قبضة عصرها «الجليدي» الرمزي.

وتبعد جزيرة الفصح ما يزيد على ألف ميل عن أقرب جزيرة آهلة بالسكان، وهي جزيرة بتكارن غرباً، وتبعد أكثر من 1500 ميل عن أقرب موقع مأهول من الشرق، وهو جزر جوان فيرنانديز، حيث ألقت الأمواج الكساندر سلكيرك على شاطئ إحداها عام 1704 (وهو التجسيد الحقيقي الأول لشخصية روبنسون كروزو في القصة الشهيرة). وواضح أنه لا يمكن الإبحار عبر مسافات شاسعة كهذه إلا إذا كان لدى المرء نموذج عن السماوات ومواقع النجوم ليستطيع بواسطتها أن يهتدي إلى طريقه. و يتساءل الناس كثيراً عن جزيرة الفصح: كيف وصل الناس إليها ؟ إن الذي لا يمكن الشك فيه أنهم جاؤوا إلى هنا صدفة، ولكن السؤال الأهم هو: لماذا لم يتمكنوا من مغادرتها؟ والجواب أنهم لم يستطيعوا مغادرتها لأنه لم يكن لديهم حس بحركة النجوم التي يمكنهم بواسطتها معرفة طريقهم في خضم ذلك المحيط. ولماذا لم يكن لديهم ذلك الحس ؟ إن أحد الأسباب الرئيسية الواضحة هو عدم وجود النجم القطبي في سماء نصف الكرة الجنوبي، ونحن ندرك مدى أهمية ذلك النجم فهو يلعب دورا في هجرة الطيور التي تحدد طريقها بواسطته، ولعل ذلك هو السبب في أن معظم هجرات الطيور تحدث في النصف الشمالي من الكرة الأرضية، وليس في النصف الجنوبي.

وقد يكون لغياب النجم القطبي محنى في نصف الكرة الجنوبي، إذ يبدو أن هذا الغياب لا يمكن أن يكون ذا مغزى بالنسبة لكل العالم الجديد، لأن هناك أمريكا الوسطى والمكسيك، وهناك أماكن أخرى كثيرة، لم يكن لديها أيضا دراية بالفلك مع أنها تقع شمال خط الاستواء. (أي أن أهلها يرون النجم القطبي).

إذن ما الخطأ في العالم الجديد ؟ لا أحد يعلم، وعلى ما اعتقد فقد كانت تنقصهم الصورة الديناميكية العظيمة التي حركت العالم القديم كثيرا، وهي العجلة أو الدولاب. ولم تكن العجلة في العالم الجديد سوى لعبة، ولكنها في العالم القديم كانت أعظم صورة للشعر والعلم، وعليها أسس كل شيء. وهذا الشعور بأن السماوات تدور حول مركزها ألهم كريستوفر كولومبوس، عندما أبحر في رحلته الشهيرة عام 1492، ومركز الدوران هذا هو الأرض. وقد اقتبس كولومبوس ذلك عن الإغريق الذين كانوا يعتقدون بأن النجوم مثبتة على كرات سماوية تعطي أنغاما موسيقية عندما تدور، أي عجلات داخل عجلات. ذلك كان نظام بطليموس الذي دام أكثر من ألف عام.

وقبل أن يبحر كريستوفر كولومبوس بأكثر من مائة عام كان العالم القديم قادرا على صنع نظام دقيق للسماء المربعة بالنجوم على شكل آلة بدقة الساعة، وقد صنعها جيوفاني دودندي في بادوا حوالي عام 1350، وقد استغرق صنعها ست عشرة سنة، ومن المحزن أن الجهاز الأصلي قد تلف واختفى، ولكن - لحسن الحظ - أمكن صنع آلة هي صورة طبق الأصل من رسومات العمل التي صممها دودندي لهذه الآلة. وهذا النموذج الرائع من الفلك التقليدي معروض في متحف مؤسسة سيمثسونيان في واشنطون.

إن الأمر الذي يفوق الروعة الميكانيكية في هذه الآلة هو الإدراك الفكري الذي يعود في الأصل إلى أرسطو وبطليموس واليونان، فجهاز دودندي الشبيه بالساعة هو نظرتهم إلى الكواكب كما تشاهد من الأرض. فقد كان هناك سبعة كواكب، أو هكذا اعتقد الأقدمون لأنهم كانوا يعتبرون الشمس كوكبا تابعا للأرض، لهذا كان لهذا الجهاز (الساعة) سبعة أوجه أو أقراص مُدَرَّجة وعلى كل قرص منها أحد هذه الكواكب. و يكون مسار الكوكب على قرصه تقريبا نفس المسار الذي نراه من الأرض، أي أن الجهاز ذلك كان



اللوحة رقم (27)

إن جنة الله على الأرض لا يمكن أن تتكون من تكرار فارغ. صف من الرؤوس الحجرية تطل على خليج في جزيرة الفصح.

دقيقا بقدر دقة الملاحظة كما كانت في ذلك العصر وهكذا فعندما يبدو مسار الكواكب دائرياً من الأرض يكون دائريا أيضا على قرص هذه الساعة الفلكية، وهو أمر سهل. أما عندما ينثني مسار الكوكب عائدا حول نفسه، كما يرى من الأرض، فقد ابتكر دودندي لتمثيل ذلك مجموعة ميكانيكية من العجلات تقلّد هذه العملية عن طريق تحريك دوائر ضمن دوائر أخرى

أكبر، بنفس الطريقة التي وصفها بطليموس.

والقرص الأول للشمس وهي ذات مسار دائري كما بدت في ذلك الوقت، ولذلك تمثل حركتها بقرص دائري، يلي ذلك قرص المريخ الذي تتمثل حركته بحركة عجلة ساعة مسننة تحرك مسننا آخر داخلها، ثم يأتي كوكب المشتري ولذلك مجموعة معقدة من العجلات المسننة المتداخلة في عجلات أخرى، ثم يلي ذلك زحل وهو أيضا ممثل بعجلات تتحرك ضمن أخرى، ثم نأتي إلى القمر الذي يعطيه دودندي صورة أخاذة جميلة وتمثل حركته بقرص بسيط، لأنه كوكب تابع للأرض، ويدور حولها في مسار دائري حقيقة، وأخيرا نأتي إلى قرص الكوكبين الواقعين بين الأرض والشمس، وما عطارد والزهرة وهنا نرى مرة أخرى الصورة ذاتها: فالقرص الذي يحمل كوكب الزهرة يجري داخل عجلة مسننة افتراضية أكبر.

إن تمثيل حركة الكواكب هذا عمل فكري رائع دون شك، لكنه شديد التعقيد. وما يجعله أكثر روعة أنه يعود إلى عام 150 م. أي أن الإغريق استطاعوا بعد ميلاد المسيح بقليل أن يتصوروا ذلك التركيب الرائع ويخضعوه للحسابات الرياضية. بعد كل ذلك يحق لنا أن نتساءل عن الخطأ الكامن في هذا التصور، إنه شيء واحد فقط: هو وجود سبعة أقراص لبيان حركة السماوات، تتحرك بوساطة سبع آلات» بينما المفروض أن تتحرك كلها وفق آلة واحدة، ولكن تلك الآلة لم تكشف إلا بعد أن وضع كوبر نيكوس الشمس في مركز السماء وكان ذلك عام 1543.

وكان نيكولاس كوبر نيكوس رجل كنيسة بارزاً ومثقفاً بولندياً من أنصار الحركة الإنسانية، ولد عام 1473، وكان قد درس القانون والطب في إيطاليا، وكان مستشارا لحكومته في إصلاح نظام النقد، كما طلب البابا مساعدته في إصلاح التقويم، وقد كرس كوبر نيكوس ما لا يقل عن عشرين عاما من حياته تقريبا للبحث في الفرضية التي كانت حديثة آنذاك وهي أن الطبيعة يجب أن تكون بسيطة. فلماذا كانت مسارات الكواكب معقدة لهذا الحد ؟ لأننا وفق ما قرره كوبر نيكوس ننظر إليها من المكان الذي تصادف أننا نعيش فيه، أي من الأرض. ومثل رواد مفهوم المنظور في الرسم طرح كوبر نيكوس على نفسه السؤال التالي: لماذا لا ننظر إلى الكواكب من مكان آخر؟ وكانت هناك أسباب خاصة بعصر النهضة - وهي أسباب عاطفية أكثر من

كونها فكرية - جعلته يختار الشمس الذهبية لتكون المكان الآخر.

«وسط الكون كله تترج الشمس على عرشها. فهل يسعنا داخل هذا المعبد الجميل جدا أن نضع هذا الجسم المضيء في موضع أفضل يستطيع منه أن يشع على الجميع مرة واحدة؟ لقد أطلقت على الشمس أسماء عديدة، المصباح المضيء، العقل، حاكم الكون، و يسميه هرمس «تريستمجستوس» الإله المرئي، كما تسميه اليكترا سوفوكليس «الإله الذي يرى كل شيء»... وهكذا فان الشمس تجلس على عرش ملكي، تحكم أطفالها، أي الكواكب التي تدور حولها».

ومن المعروف أن كوبر نيكوس فكر في وضع الشمس في مركز النظام الكوني منذ وقت طويل، وربما كان قد وضع المخطط الأول المبدئي لهذه الفكرة بشكلها غير الرياضي قبل بلوغه سن الأربعين، وعلى أية حال لم يكن وضع تلك الفرضية بالأمر السهل في عصر اضطراب ديني، وعندما بلغ كوبر نيكوس السبعين من عمره - حوالي عام 1543- كان قد أصبح مستعداً لنشر بحثه الرياضي في وصف السماوات، ودعاه «دوران الأجرام الكونية السماوية» Revolutionibus Orbium Coelestium ويصف السماء حسب هذا البحث بأنها نظام فرد يدور حول الشمس. وقد توفي كوبر نيكوس في السنة ذاتها التي نشر فيها كتابه ويقال إنه لم ير كتابه إلا مرة واحدة عندما وضعت نسخة منه في يده وهو يعاني نزع الموت.

وكان انبثاق عصر النهضة دفعة واحدة في الدين، والفن، والأدب، والموسيقى والعلوم الرياضية - مما جعله يقف في صدام رأسي مباشر مع مجمل نظام العصور الوسطى. ونحن نرى أن مكان ميكانيكا أرسطو وفلك بطليموس في نظام العصور الوسطى يبدو أمرا عرضيا. ولكن بالنسبة لمعاصري كوبر نيكوس كانا يمثلان نظام العالم الطبيعي والمرئي. لقد أصبح القرص - أو العجلة - الذي كان المثل الأعلى للحركة الكاملة عند اليونان إلها متحجرا جامدا بقدر ما كان عليه تقويم المايا أو التماثيل الحجرية التي نحتت على شاطئ جزيرة الفصح.

وقد بدا نظام كوبر نيكوس غير طبيعي في عصره حتى على الرغم من أن الكواكب مازالت - حسب رأيه - تسير في أفلاك دائرية، (ويعود الفضل إلى شاب أصغر من كوبر نيكوس - يدعى يوهانس كبلر عمل فيما بعد في

مدينة براغ - في أنه أوضح أن أفلاك الكواكب اهليجية حقا وليست دائرية كما ظن كوبر نيكوس). ومع ذلك لم يكن نظام كوبر نيكوس مثار قلق رجل الشارع أو رجل الكنيسة، فقد كانوا ملتزمين بعجلة السماوات، أي أن الأجرام السماوية يجب أن تدور حول الأرض، وكان هذا التصور قد أصبح ركنا من أركان الإيمان كأنما الكنيسة قد وطدت - رأيها على أن نظام بطليموس لم يبتكره إغريقي من الشرق الأدنى بل هو من صنع الله جل جلاله نفسه. ومن الواضح أن القضية لم تكن موضوع مبدأ بقدر ما كانت موضوع سلطة. ولم يبرز هذا الموضوع إلى مقدمة الأحداث إلا بعد سبعين عاما، في مدينة البندقية.

وفي عام 1564 ولد رجلان عظيمان، الأول وليم شكسبير في انكلتره والآخر غاليلو غاليلي. في إيطاليا، وعندما كتب شكسبير عن صراع السلطة في عصره، نجده يجعل جمهورية البندقية - مرتين - مسرحا لأحداث مسرحياته: الأولى في مسرحية تاجر البندقية، والأخرى في مسرحية عطيل. ذلك أنه - في عام 1600 - كان البحر الأبيض المتوسط لا يزال مركز العالم، وكانت البندقية بمثابة مركز البحر الأبيض المتوسط، والى تلك المدينة أتى الرجال الطموحون للعمل، لأنه كان لهم مطلق الحرية للعمل دون أية قيود، وهكذا احتشد في شوارع البندقية التجار والمغامرون والمثقفون والفنانون والحرفيون المهرة، تماما كما يفعلون الآن.

وكان أهالي البندقية مشهورين بأنهم شعب مراوغ كثير الأسرار، كما كانت البندقية ميناء حرا بالمعنى الحديث، ويمكن القول إن هواءها كان يحمل بعضا من جو التآمر الذي يطوف بالمدن المحايدة مثل لشبونة وطنجة، ففي مدينة البندقية أوقع نصير مزيف بجبوردانولرونو عام 1592، وسلمه لمحاكم التفتيش التي أحرقته في روما بعد ثماني سنوات.

وبالتأكيد كان أهالي البندقية شعبا عمليا. وصحيح أن غاليلو أنجز أعمالا هامة في العلوم الأساسية في مدينة بيزا بيد أن الأمر الذي حدا بأهالي البندقية لاستخدامه كأستاذ لعلم الرياضيات في جامعة بادوا كان موهبته في مجال الاختراعات العملية، ولا يزال بعض هذه الابتكارات محفوظا ضمن المجموعة الهامة لأكاديمية شيمنتو في فلورنسا، وهي مخترعات أبدع في فكرتها وتنفيذها. فهنالك جهاز من أنابيب زجاجية

ملتفة لقياس تمدد السوائل، يشبه لحد ما مقياس الحرارة، وكذلك هنالك ميزان مائي يعمل بقاعدة أرخميدس لتعيين كثافة الأجسام المتينة، وثمة جهاز أسماه غاليليو بما عرف عنه من قدرة على التسويق البوصلة العسكرية، رغم أنها ليست بوصلة بل آلة حاسبة تشبه كثيرا المسطرة الحاسبة الحديثة، وكان غاليليو يصنعها و يبيعها في (ورشته) الخاصة. وكان غاليليو قد ألف كتاب تعليمات خاصة لبيان طريقة استعمال هذه البوصلة، وطبعه ونشره في بيته الخاص. وكان ذلك الكتاب واحدا من أوائل ما طبع من كتب غاليليو وكان ذلك عملا علميا تجاريا سليما، وهذا ما أثار إعجاب أهالي البندقية.

وهكذا لا عجب في أنه عندما اخترع عام 1608، بعض صناع النظارات من الفلاندرز (جزء من بلجيكا الآن) شكلا بدائيا من أشكال المنظار المقرب، جاؤوا إلى جمهورية البندقية لمحاولة بيعه. ولكن كان في خدمة الجمهورية في شخص غاليليو عالم ورياضي أقوى بكثير جدا من أي عالم آخر في شمال أوروبا، وفوق ذلك كان أمهر في الدعاية والإعلان، إذ أنه عندما صنع منظارا مقربا هرول بأعضاء مجلس الشيوخ إلى برج الجرس العالي في البندقية ليعرض ذلك المنظار ويريهم به السفن عن بعد.

كان غاليليو رجلا قصير القامة، مربوع القد، نشيطا، أحمر الشعر، أعزب ذا علاقات غرامية متعددة، وكان في الخامسة والأربعين من عمره عندما سمع بأنباء الاختراع الفلمنكي للمنظار المقرب، وقد ألهب هذا الاختراع حماسه وفي ليلة واحدة استطاع فهم سره، وسر صنع آلة تماثله في الجودة، تكبّر ثلاث مرات وتشبه المنظار الذي يستعمله النظارة في دار الأوبرا. ولكن غاليليو استطاع قبل أن يأتي بأعضاء مجلس الشيوخ إلى بناء برج الجرس ليريهم هذا المنظار أن يزيد قوة تكبيره إلى ثماني أو عشر مرات، وبذا اخترع التلسكوب الحقيقي، وتستطيع بواسطة ذلك. المنظار - إذا وقفت على قمة الكامبانيل حيث يبعد الأفق حوالي عشرين ميلا - أن تشاهد ليس فقط السفن في البحر، بل ويمكنك أيضا أن تراها وتتعرف عليها وهي ما تزال على بعد إبحار ساعتين أو أكثر، وهو أمر يساوي الكثير من المال بالنسبة للمضاربين والتجار في مدينة البندقية.

وقد وصف غاليليو تلك الأحداث برسالة بعثها إلى أخي زوجته في فلورنسه، يعود تاريخها إلى 29 آب (أغسطس) عام 1609:

«لا بد أنك تعلم انه قد مضى شهران على انتشار الأنباء هنا بأنه في الفلاندرز قد قُدِّم للكونت موريس منظار مقرب، صنع بحيث تبدو الأشياء البعيدة جدا قريبة كثيرا، بشكل يمكن معه رؤية رجل على بعد ميلين بوضوح. وقد بدا لي ذلك رائعا جدا وجعلني أفكر بالموضوع مليا، وقد بدا لي أن هذا الاختراع يقوم على علم المنظور، ولذلك فقد عقدت العزم على تصنيع مثل ذلك الجهاز، وقمت بذلك بالفعل وكان المنظار الذي صنعته كاملا لدرجة أن سمعته فاقت المنظار الفلمنكي بكثير. وبعد أن وصل خبر هذا المنظار مدينة البندقية، دعاني منذ ستة أيام مجلس المدينة التنفيذي وكان علي أن أريهم مع جميع أعضاء مجلس الشيوخ ذلك المنظار الذي أثار دهشة الجميع بدرجة لا حد لها، وجاء العديد من السادة وأعضاء مجلس الشيوخ الذين - رغم كبر سنهم - قامرا بارتقاء سلم أعلى برج جرس في البندقية كي يشاهدوا الأشرعة والمراكب في البحر وهي بعيدة إلى حد أنها وهي ناشرة أشرعتها ومقبلة بأقصى سرعتها كان الفرق ساعتين أو أكثر بين رؤيتها بمنظاري ورؤيتها بالعين المجردة، ذلك أن هذه الأداة - في الحقيقة - تريك جسما يبعد حوالي خمسين ميلا كما لو كان - حجما وقربا - على بعد خمسة أميال فقط».

و يعتبر غاليليو خالق الطريقة العلمية الحديثة. وقد حقق ذلك خلال الأشهر الستة التي تلت انتصاره على برج الجرس، ذلك الانتصار الذي كان يمكن أن يكتفي به أي شخص آخر. فقد خطر له عندها أنه لم يكن كافيا أن محول الدمية الفلمنكية إلى آلة تستعمل في الإبحار، بل يمكن تحويلها أيضا إلى أداة للبحث العلمي، وهي فكرة كانت جديدة تماما في ذلك العصر. وهكذا زاد غاليليو نسبة التكبير في منظاره إلى ثلاثين مرة، ووجهه شطر النجوم. وبهذه الطريقة توصل فعلاً ولأول مرة إلى ما نسميه بالعلم العملي، أي: صناعة الجهاز، وإجراء التجربة، ثم نشر النتائج. وهو الشيء الذي فعله غاليليو في الفترة ما بين شهري سبتمبر (أيلول) عام 1609 ومارس (آذار) من عام 1610، عندما نشر في البندقية كتابا رائعا تحت عنوان «رسول إلى النجوم» قدم فيه بحثا موضحا برسوم عن ملاحظاته الفلكية. وقد قال في ذلك الكتاب:

«لقد شاهدت عددا لا يحصى من النجوم، لم يرها أحد من قبل، وتفوق

«عدداً» النجوم المعروفة سابقا بأكثر من عشرة أضعاف».

«بيد أن الأمر الذي سيثير دهشة أعظم بكثير، والذي دفعني بشكل خاص لأن ألفت انتباه جميع الفلكيين والفلاسفة، هو أني اكتشفت أربعة كواكب جديدة، لم تكن معروفة ولم يلاحظها أي من الفلكيين من قبل».

وكانت تلك «الكواكب» التي رآها غاليليو أول مرة هي أقمار المشتري الأربعة. وكذلك يخبرنا كتاب «رسول إلى النجوم» كيف وجه غاليليو منظاره المكبر نحو القمر، وكان غاليليو أول إنسان ينشر خرائط عن القمر، ولدينا خرائطه الأصلية بالألوان المائية. و يقول عن ذلك في الكتاب:

«إن أجمل مشهد وأبدعه هو أن ترى سطح القمر... أو بكل تأكيد ليس سطحا ناعما أو مصقولا، لكنه سطح وعر وغير مستو، ومثل سطح الأرض نفسها، مليئ في كل مكان بالنتوءات والهوات العميقة والتعرجات».

وقد كتب السفير البريطاني لدى بلاط رئيس البندقية - السير هنري ووتن - إلى حكومته يوم نشر كتاب «رسول إلى النجوم» يقول:

«لقد اكتشف عالم الرياضيات في بادوا... أربعة كواكب جديدة تدهور حول كوكب المشتري إلى جانب العديد من النجوم الثابتة الأخرى غير المعروفة من قبل، كما وجد أن القمر ليس كرويا أملس، بل مكسو بنتوءات... إن هذا المؤلف إما أن يصبح شهيرا شهرة عريضة أو موضع سخرية كبيرة. وسأبعث إلى سعادتكم - على الباخرة التالية - إحدى المناظير التي أبدعها ذلك الرجل».

كانت الأنباء مثيرة، وقد أدت إلى شهرة غاليليو شهرة تعدت النصر الذي أحرزه في المجتمع التجاري في البندقية، ولكن ذلك لم يصادف ترحيبا لدى الكثيرين، لأن ما رآه غاليليو في السماء، وكشفه لكل من يرغب في مشاهدته يعني أن نظام بطليموس الفلكي - بكل بساطة - لا ينطبق على الواقع. وهكذا تبين أن تخمين كوبر نيكوس كان صحيحا وثابتا وواضحا للعيان، وكالكثير من النتائج العلمية الحديثة لم يرض ذلك البتة تحامل السلطة القائمة في ذلك العصر.

وقد اعتقد غاليليو بأن كل ما كان عليه عمله هو أن يبين أن كوبر نيكوس كان على صواب، وبذا سوف يصغي إليه الجميع ويوافقونه. تلك كانت غلطته الأولى: إنه كان ساذجا، ولم يدرك حوافز الناس، وهي غلطة

يرتكبها العلماء في كل عصر، وظن غاليليو أيضا أن شهرته كانت كبيرة إلى حد أن يصبح بوسعه العودة إلى بلدته فلورنسه، وترك عمله غير المبهج (التعليم في جامعة بادوا)، الذي أصبح ثقيلا على نفسه، وبذا يترك الحماية التي كانت توفرها له جمهورية البندقية، وكانت في ذلك الوقت بشكل أساسي معادية لنظام الكنيسة، وكانت هذه غلطته الثانية؟ التي كانت في غاية الأمر غلطة مميتة. ولقد أدت نجاحات حركة الإصلاح البروتستانتي الدينية في القرن السادس عشر إلى قيام الكنيسة الكاثوليكية بشن هجوم عنيف ضد تلك الحركة، وكان رد الفعل ضد لوثر على أشده، وكان الصراع في أوروبا على السلطة مريراً، وفي سنة 1618 بدأت حرب الثلاثين عاما. وفي عام 1622 أسس الفاتيكان مؤسسة مهمتها نشر الكاثوليكية والدعاية لها[1]. ودخل البروتستانت والكاثوليك في حرب شبيهة بما نسميه اليوم الحرب الباردة، وفي تلك الحرب الباردة - لو عرف غاليليو - لم يكن هناك مكان لرجل عظيم أو صغير وكان الحكم على الناس غاية في البساطة عند كلا المعسكرين: فكل من ليس معنا مرتد كافر. ونجد أن شخصا يتفهم الدين والإيمان بتسامح غير دنيوي مثل الكاردينال بلارمين لم يستطع إلا أن يجد تخمينات جورد انو برونو الفلكية غير محتملة، فأمر بإعدامه حرقا (وكان هذا عقاب المرتدين عند الكاثوليك). وعلينا أن نذكر أن الكنيسة كانت - بالإضافة لسلطتها الدينية - سلطة دنيوية قوية، وكانت تخوض - في تلك الحقبة المريرة - حرب جهاد سياسي تبرر فيها الغاية كل واسطة ووسيلة - وتلك هي أخلاقيات الدولة البوليسية. ويبدو لي أن غاليليو كان - لدرجة مثيرة للغرابة والدهشة - كطفل بريء في عالم السياسة، كما كان أكثر براءة لدرجة السذاجة لظنه بأنه كان بوسعه أن ينجو من هذا الصراع بذكائه، وهكذا - وعلى مدى عشرين عاما - سار غاليليو على طريق أدى في النهاية إلى إدانته، وبالرغم من أن التغلب عليه اقتضى وقتا طويلا، إلا أنه لم يكن ثمة شك أبدا في أنهم سينجحون في إسكاته، لأن الخلاف بينه وبين من بيدهم السلطة كان خلافا مطلقا، فقد كانوا يعتقدون أن السيطرة يجب أن تكون للإيمان، أما غاليليو فقد كان يؤمن بأن الحقيقة يجب أن تقنع الجميع. وهكذا ظهر للعيان صراع المبادئ - وكذلك بالطبع صراع الشخصيات - يوم محاكمة غاليليو عام 1633. غير أن لكل محاكمة سياسية

تاريخا مستترا حول ما كان يجري في الخفاء، إن القصة الدفينة وأسرار ما جرى قبل جلسات هذه المحاكمة العلنية مدون في السجلات السرية المحفوظة لدى الفاتيكان، وبين ممرات المكان الذي تحفظ فيه هذه السجلات هنالك خزانة فولاذية متواضعة، يحتفظ فيها الفاتيكان بالوثائق التي يعتبرها ذات أهمية خاصة، فهنا نجد - مثلا - طلب هنري الثامن الطلاق، والذي أدى رفضه آبى دخول حركة الإصلاح إلى إنكلترا وبالتالي إنهاء ارتباطها مع روما، وهناك القليل من وثائق محاكمة جيوردانو برونو ذلك أن معظمها كان قد أتلف أثناء المحاكمة. وهنالك أيضا ملف الوثائق الشهيرة الذي يحمل رقم 1811 والمتعلق بالإجراءات ضد غاليليو غاليلي في محاكمته التي جرت عام 1633، وأول شيء يثير الانتباه هو أن أولى تلك الوثائق ترجع إلى عام 1611، لحظة إحراز غاليليو انتصاره العلمي في البندقية وفلورنسة، بينما هنا في روما كانت تقدم ضد غاليليو معلومات سرية إلى مكتب البابا المختص بمحاكم التفتيش، وهنالك وثيقة قديمة غير موجودة ضن هذا الملف، تفيد بان الكاردينال بلارمين أمر بإجراء تحريات ضده، وهناك نجد تقارير ضد غاليليو كتبت في أعوام 1613، 1614 و1615. وفي ذلك الوقت بدأ يغمر غاليليو الخوف والذعر، ولهذا ذهب إلى روما، من تلقاء نفسه، كي يقنع أصدقاءه من الكرادلة بعدم حظر النظام الفلكي الكوبرنيكي.

بيد أن الأوان كان قد فات. ففي شهر شباط (فبراير) من عام 1616، نجد النص الرسمي التالي كما هو مسجل في ملف القضية:

«الآراء التي يجب حظرها:

أن الشمس ثابتة لا تتحرك في مركز السماء،

وأن الأرض ليست مركز الكون، وأنها غير ثابتة،

وأنها تتحرك بحركة مزدوجة»

ويبدو أن غاليليو استطاع أن ينجو من التوبيخ الشديد وقتها، وعلى أية حال فقد دعي للمثول أمام كبير الكرادلة بيلارمين وأقنع بعدم التمسك بالنظام الكوبرنيكي والدفاع عنه. وهنالك في الملف ما يشير إلى أن بيلارمين أعطاه رسالة بهذا المعنى، على أن هناك في الملف وثيقة - ويا للأسف - تذهب إلى أبعد من ذلك، وهي الوثيقة التي اعتمدت عليها المحاكمة بعد سبع عشرة سنة. وفي هذه الأثناء عاد غاليليو إلى فلورنسه مدركا أمرين:

أولها أن وقت الدفاع عن كوبر نيكوس علانية لم يحن بعد. وثانيهما اعتقاده بأنه سيكون بوسعه نصرة كوبر نيكوس عندما يحين الوقت، وكان مصيبا بالنسبة للأمر الأول ولكنه كان مخطئا بالنسبة للثاني، ومهما يكن من أمر فقد انتظر غاليليو الوقت المناسب ولكن متى ؟ لقد رأى غاليليو أن الوقت المناسب قد حان عندما انتخب أحد الكرادلة المثقفين لمنصب البابوية: مافيو باربريني. حدث ذلك في عام 1623 عندما أصبح مافيو باربريني البابا أوربان الثامن، وكان البابا الجديد محبا للفنون، فقد أحب الموسيقى، وكلف المؤلف الموسيقي غريغوريو الليغري Gregorio Allegri بنظم مقطوعة موسيقية كنسية لتسعة أصوات، احتفظ بها الفاتيكان لنفسه مدة طويلة. كما أحب البابا الجديد الهندسة المعمارية، وأراد أن يجعل كنيسة القديس بطرس مركز روما، ولهذا عين النحات المهندس المعماري جيان لورنتزو برنيني ليكمل كنيسة القديس بطرس من الداخل. وقد صمم ببرنيني مظلة طويلة لتوضع فوق كرسي عرش البابا، وهي الإضافة الوحيدة - التي تستحق الذكر - إلى تصميم مايكل انجلو الأصلي. وعندما كان شابا كتب هذا البابا الموقف بعض القصائد الشعرية، كانت إحداها خاصة بالثناء على غاليليو لكتاباته الفلكية. وكان البابا أوربان الثامن يعتبر نفسه مجددا ومبدعا، وكان ذا عقل وثاب لا يصبر على جمود وعلى ثقة من قدرته، وقد كتب يقول باعتزاز وكبر:

«إنني أدرك الأمور أفضل من كل الكرادلة مجتمعين! وان جملة واحدة من بابا حي أكثر قيمة من كل قرارات مائة بابا ميت».

ولكنه اتضح - في الحقيقة - أن باربريني عندما أصبح البابا ظهر رجلا مبالغا وغير مستقر، إذ كان شديد المحاباة والتحيز لأقاربه، مسرفا، مستبدا، قلق التفكير، متقلب الرأي ! ولا يعير أية أذن صاغية لآراء الآخرين، حتى انه أمر بقتل الطيور التي تملأ حدائق الفاتيكان لأنها كانت تزعجه.

وجاء غاليليو متفائلا إلى روما عام 1624، وأجرى ست محادثات مطولة في حدائق الفاتيكان مع البابا الجديد، وكان يأمل بأن يلغي هذا البابا المثقف - أو يغض الطرف على الأقل - الحظر الذي فرضته الكنيسة عام 1616 على آراء كوبر نيكوس حول الكون، ولكن اتضح أن البابا أوربان الثامن كان يرفض التفكير في ذلك، ومع هذا ظل غاليليلو يأمل - وكذلك كان

المسؤولون في بلاط البابا يتوقعون - بأن يسمح البابا أوربان الثامن للأفكار العلمية الجديدة بالانسياب بهدوء إلى الكنيسة، إلى أن تحل - دون أن يُلحظ ذلك - عل الأفكار القديمة، ولم يكن مثل ذلك بجديد. بهذا الأسلوب نفسه تسربت آراء بطليموس وأرسطو الوثنية وأصبحت جزءا من العقيدة المسيحية. وهكذا ظل غاليليو يعتقد بأن البابا كان إلى جانبه، ضمن الحدود التي يخولها له منصبه، إلى أن حان وقت الاختبار، وعندها اتضح أن غاليليو كان مخطأ أعظم الخطأ وأعمقه. وفي الحقيقة كانت وجهات نظرهما منذ البداية متعارضة بحيث لم يكن ممكناً التوفيق بينهما فكريا، إذ كان غاليليو يقول دوما بأن البرهان الحقيقي والنهائي لأية نظرية يجب أن يوجد في الطبيعة.

«اعتقد أنه في مناقشة المسائل الفيزيائية، لا يجب أن نبدأ من سلطة نصوص ما ورد في التوراة، بل من التجارب الحسية والمشاهدات الضرورية... وليس جلال الله وعظمته بأقل جلاء ووضوحا في العمليات الطبيعية مما تبينه العبارات المقدسة في الإنجيل».

وقد اعترض أوربان الثامن على ذلك بالقول بأنه لا يمكن أن يوجد اختبار نهائي مطلق لخلق الله تعالى، وأصر على أن يذكر غاليليو ذلك في كتابه، وقال البابا:

«إنه لمن الجرأة المفرطة لأي إنسان أن يحد القدرة والحكمة الإلهية ويقصرها على تخمين خاص من عنده».

وكان هذا الشرط - بصورة خاصة - عزيزا على قلب البابا، ونتيجة لذلك فقد منع ذلك غاليليو من إقرار أية نتيجة محددة (حتى ولو خلص إلى النتيجة السلبية بأن بطليموس كان مخطئا)، لأن في ذلك اعتداء على حق الله في إدارة الكون بالمعجزات بدلا من القانون الطبيعي.

وحان وقت الاختبار عام 1632 عندما طبع غاليليو كتابه «حوار حول الأنظمة العالمية الكبيرة». فقد غضب - البابا أوربان الثامن غضبا شديدا، وكتب إلي سفير جمهورية توسكاني في روما بتاريخ 4 أيلول (سبتمبر) من ذلك العام يقول:

«لقد تجرأ صاحبكم غاليليو على التدخل بأمور لا تعنيه، وكان عليه ألا يتدخل فيها، وهي أهم المواضيع وأخطرها التي يمكن أن تثار في مثل هذه

الأيام».

وفي نفس ذلك الشهر أصدر البابا قراره المصيري التالي:

«يكلف قداسة البابا رئيس محكمة التفتيش في فلورنسا بإبلاغ غاليليو باسم قداسته بأن عليه المثول بأسرع ما يمكن خلال شهر تشرين الأول (أكتوبر) أمام السكرتير«العام لمكتب قداسة البابا».

وهكذا سلم البابا - أوربان الثامن - شخصيا صديقه القديم غاليليو إلى السلطة القديمة المختصة بمحاكم التفتيش، والتي كانت أحكامها وإجراءاتها غير قابلة للنقض.

وكانت المحاكمة تجرى في دير القديسة ماريا سوبرا منيرفا، حيث كانت تعقد محكمة التفتيش الرومانية والعالمية المقدسة جلساتها للنظر في قضايا من يشك في ولائهم. وكان قد أنشأ هذه المحكمة البابا بولص الثالث عام 1542 ليوقف انتشار مبادئ حركة الإصلاح، ولذا خولت صلاحية رسمية لمكافحة الانحطاط نحو الهرطقة في جميع أرجاء الدول التي تدين بالمسيحية، وبعد عام 1571 منحت هذه المحكمة سلطة الحكم على الآراء والمبادئ المكتوبة، وبدأت بوضع قائمة بالكتب الممنوعة. وكانت أنظمة الإجراءات صارمة ودقيقة، وقد حُوِّلت إلى قوانين رسمية عام 1588، علما بأنها لم تكن أنظمة قضائية للمحاكم، إذ لم يكن لدى السجين نسخة أو علم لا عن التهمة ولا عن الأدلة المتوفرة ضده، كما لم يكن لديه محام يدافع عنه.

وكان هناك عشرة قضاة في محاكمة غاليليو، جميعهم من الكرادلة وجميعهم من الدومينيكان[2]. وكان أحدهم أخا البابا، والآخر ابن أخيه، وأدار المحاكمة الأمين العام لمحاكم التفتيش، والقاعة التي حوكم فها غاليليو هي الآن جزء من مكتب البريد في روما، ولكننا نعرف كيف كان شكلها عام 1633، غرفة لجنة مخيفة في أحد أندية الرجال.

ونعلم بدقة المراحل والخطوات التي وصل بها غاليليو إلى هذا المأزق، لقد بدأت أثناء تجواله ونقاشه مع البابا الجديد في حدائق الفاتيكان عام 1624. وكان واضحا أن البابا لن يوافق على الاعتراف علنا بالنظام الكوبرنيكي، لكن غاليليو ظن أن هناك طريقا آخر، وفي العام التالي للقائه مع البابا بدأ غاليليو يكتب بالإيطالية كتاب «حوار حول الأنظمة العالمية الكبرى». وفي هذا الكتاب يقدم أحد المتحدثين اعتراضات على نظام كوبر

نيكوس، فيرد عليه المتحدثان الآخران، وقد جعلهما غاليليو أذكى من المعترض وأقدر. وذلك لأن نظرية كوبر نيكوس لم تكن واضحة بذاتها. إذ كيف يمكن أن تسبح الكرة الأرضية حول الشمس مرة كل سنة؟ وكيف تدور حول محورها مرة كل يوم، دون أن نتطاير من على سطحها ؟ كما أنها لا توضح كيف يمكن أن يسقط وزن ما من برج عال و ينزل عموديا على الأرض التي تدور حول نفسها، وقد أجاب غاليليو على جميع هذه الاعتراضات التي أثيرت، نيابة عن كوبر نيكوس الذي توفي منذ عهد بعيد. وهنا يجب أن لا يغيب عن ذهننا أن غاليليو قد تحدى كل الكيان الكهنوتي عام 1616، وتحداه أيضا عام 1633 دفاعا عن نظرية ليست نظريته، بل نظرية إنسان ميت، لا لشيء سوى أنه اعتقد أنها كانت صحيحة.

لكن غاليليو وضع في الكتاب - بالنيابة عن نفسه - ذلك الإدراك الذي يوضحه لنا علمه منذ أن كان شاباً يافعا في مدينة بيزا، عندما وضع يده لأول مرة على نبضه وهو يراقب (بندول) أو رقاص ساعة يتحرك. ذلك الإدراك بأن القوانين الطبيعية على الأرض تصل إلى نطاق الكون كما تخترق الكرات البلورية. وأن القوى الفاعلة في السماء هي من ذات النوع الفاعل على الأرض، وهذا هو ما يجزم به غاليليو في كتابه، ولذلك فان التجارب الميكانيكية التي نجريها هنا يمكن أن تعطينا معلومات عن النجوم، فبتوجيه منظاره نحو القمر والمشتري والبقع الشمسية وضع غاليليو حدا للاعتقاد الديني السائد آنذاك بأن السماوات كاملة ولا يحدث فيها أي تغيير، وأن الأرض فقط تخضع لقوانين التبدل والتغير.

وقد انتهى غاليليو من تأليف كتابة عام 1630، ولم يكن من السهل على غاليليو الحصول على ترخيص بطبعه، ورغم أن الرقابة كانت متعاطفة معه، إلا أنه سرعان ما اتضح أن ثمة قوى هائلة تعارض إصدار الكتاب، على أنه في النهاية جمع غاليليو ما لا يقل عن أربع موافقات على النشر، ونشر الكتاب في أوائل عام 1632 في فلورنسه. ولاقى هذا الكتاب نجاحا فوريا، أما بالنسبة لغاليليو فقد كان كارثة فورية أيضا. فعلى الفور أرعدت روما بقوة صارخة: أوقفوا المطابع، واستعيدوا جميع النسخ المباعة، ولكن هذه النسخ كانت قد نفدت جميعها، أما غاليليو فعليه أن يحضر فورا إلى روما ليحاسب على نشره الكتاب. ولم تكن هناك من قوة تستطيع أن تعفيه

من ذلك: لا عمره المتقدم (كان في حوالي السبعين من عمره آنذاك) ولا مرضه الحقيقي، ولا رعاية دوق توسكاني الأكبر له: فلم يكن لأي شيء وزن، وكان عليه الحضور إلى روما.

ويبدو أن البابا نفسه كان شديد الامتعاض من الكتاب، فقد وجد فيه على الأقل مقطعا واحدا يمثل رأيه الذي أصر على غاليليو أن يذكره، ولكنه أورده على لسان الشخص الذي يعطي الانطباع بأنه أبله أو مغفل. وقد أوضحت اللجنة التحضيرية للمحاكمة هذا الأمر بوضوح عندما قالت: بأن الشرط الذي ذكر سابقا، والذي كان عزيزا على البابا، قد وضع على لسان الشخص المدافع عن التراث التقليدي الذي سماه غاليليو «الساذج». ومن المحتمل أن البابا شعر أن هذا الشخص الساذج يرمز إليه بشكل هزلي، ومن المؤكد أن البابا شعر بالإهانة المباشرة موجهة إليه. واعتقد البابا أن غاليليو قد خدعه وأن هيئة الرقابة قد خذلته.

وهكذا أحضر غاليليو في 12 نيسان (أبريل) عام 1633 إلي هذه القاعة، وجلس مقابل منضدة المحقق، وأجاب على الأسئلة التي وجهها اله. وقد وجهت الأسئلة إليه بأدب ولطف في جو فكري كان يسود جلسات محكمة التفتيش، وكانت الأسئلة باللغة اللاتينية وموجهة بصيغة الغائب المفرد: كيف تم إحضاره إلى روما؟ وهل هذا هو كتابه؟ وكيف ولماذا كتبه؟ وماذا في كتابه؟ وقد توقع غاليليو كل هذه الأسئلة، كما توقع أن يدافع عن كتابه، ثم فوجئ بسؤال لم يتوقعه أبدا.

**المحقق**: هل كان في روما عام 1616 على وجه التحديد، ولأي هدف؟

**غاليليو**: لقد كنت في روما عام 1616، لأنني سمعت بوجود شكوك حول آراء نيكولاس كوبر نيكوس، وقد أتيت بحثا عن وجهات النظر التي يكون من المناسب تبينها.

**المحقق**: دعوه يقل ما الذي تم إقراره وما الذي أبلغ به آنذاك.

**غاليليو**: في عام 1616 ذكر لي الكاردينال بيلارمين أن تبني مبدأ كوبر نيكوس كحقيقة ثابتة أمر يناقض التعاليم المقدسة. لذلك لا يمكن التمسك بهذا المبدأ ولا الدفاع عنه، إنما يمكن اعتباره واستعماله كفرضية. وتأكيداً لذلك لدي شهادة بهذا المعنى من الكاردينال بيلارمين مؤرخة في 26 أيار (مايو)1616.

**المحقق**: هل قدم له أي رأي آخر خلال ذلك الوقت من أي إنسان آخر؟

**غاليليو**: لا أتذكر أي شيء آخر بلغ إلي.

**المحقق**: إذا كان قد ذُكِرت له - بحضور شهود - تعليمات توجب عليه عدم التمسك بالمبدأ المذكور أو الدفاع عنه، أو القيام بتدريسه بأية طريقة مهما كلف الأمر، فليقل لنا فيما إذا كان يذكر ذلك أم لا؟

**غاليليو**:أذكر أن التعليمات التي وردت نصت على وجوب عدم تمسكي أو دفاعي عن المبدأ المذكور أما عن أمر تدريسه أو النظر فيه بأي شكل من الأشكال فهذا ما لم يرد في نص الشهادة التي اعتمد عليها.

**المحقق**:بعد ما تبين له الأمر السابق، هل حصل على ترخيص بتأليف الكتاب؟

**غاليليو**:لم أطلب إذنا لتأليف هذا الكتاب، لأنني اعتبرت أن ذلك لا يتعارض مع التعليمات الموجهة إلي.

**المحقق**:عندما طلب الإذن بطبع الكتاب، هل كشف عن تعليمات المجمع المقدس التي تحدثنا عنها ؟

**غاليليو**:لم أذكر أي شيء عندما طلبت إذن النشر لأنه لم يرد في الكتاب أي شيء بشأن التمسك بذلك الرأي أو الدفاع عنه.

وبالفعل كان لدى غاليليو وثيقة موقعة تقول بمنعه فقط من تبني نظرية كوبر نيكوس أو الدفاع عنها كحقيقة ثابتة مبرهن عليها. وهذا حظر كان قد فرض على كل كاثوليكي في ذلك الحين. ولكن محكمة التفتيش تدعي بوجود وثيقة تحظر على غاليليو - وغاليليو وحده - تدريس تلك النظرية بأي شكل كان حتى ولا عن طريق المناقشة أو التخمين أو باعتبارها فرضية. ولم يكن على محكمة التفتيش إبراز هذه الوثيقة، لأن ذلك لم يكن جزءا من قواعد الإجراءات في تلك المحاكمة. ولدينا الآن تلك الوثيقة، فهي موجودة ضمن الملفات السرية للفاتيكان. ولكنها بوضوح مزورة، أو - على أحسن الاحتمالات - مسودة اقتراح مقدم لاجتماع وقد تم رفضه، كما أنها غير موقعة من الكاردينال بيلارمين، ولا من الشهود، ولا من الكاتب العدل أو الموثق العام. وهي أخيرا غير موقعة من غاليليو لتبين أنه كان قد استلمها.

والسؤال الذي يخطر بالبال هو: هل كان على محكمة التفتيش أن تنحط إلى استعمال المماحكات القانونية والتلاعب بالعبارات بين «التمسك

والدفاع» و«التدريس بأي شكل من الأشكال» في وثائق لا يمكن قبولها في أية محكمة قانونية؟ والجواب بالإيجاب. إذ لم يكن ثمة سبيل آخر لإدانة غاليليو، فلقد تم نشر الكتاب، وقبل ذلك أجازه عدة رقباء. وكان بوسع البابا الآن أن يثور ويغضب على هؤلاء الرقباء، كما أنه طرد أمين سره الذي ساعد غاليليو ولكن كان لابد من عمل عرض للجمهور لإظهار أن الكتاب تجب إدانته. (ظل على قائمة الكتب المحظورة مدة مائتي عام). وكانت حجة الإدانة أن غاليليو مارس بعض الغش والخداع، ولهذا السبب تحاشت المحكمة البحث في مادة الكتاب أو مادة النظام الكوبر نيكي، وانكبت - بدلا من ذلك - على التلاعب بالصيغ القانونية والوثائق. وكان الهدف من ذلك إظهار غاليليو بمظهر الشخص المخادع الذي غش الرقابة، والذي تصرف ليس فقط بتحد وإنما أيضا بشكل غير شريف. ولم تجتمع هيئة المحكمة مرة أخرى، فقد أنهت المحاكمة هنا، وهذا ما يدهشنا. ويمكن القول إن غاليليو أحضر مرة أو مرتين بعد ذلك إلى هذه القاعة، وسمح له بأن يدافع عن نفسه، ولكن لم يوجه أحد إليه أي سؤال. أما الحكم فقد صدر عن اجتماع مجمع الكرادلة الخاص بشئون منصب البابا وترأسه البابا بنفسه. وقد حدد الحكم بشكل دقيق لا نقض له (وكأنه حكم مطلق) ما يجب أن يعمل: يجب أن يهان ويذل ذلك العالم المنشق، ويجب أن تظهر السلطة كبيرة ليس بالعمل قط بل وفي المقصد أيضا. ويجب على غاليليو أن يسحب أقواله ويخطئ آراءه، فإذا رفض فيجب أن يعذب بعد أن يرى وسائل التعذيب وأجهزته. ويمكن أن يحكم على ما عناه ذلك التهديد لرجل بدأ حياته كطبيب، من شهادة لأحد معاصريه كان قد عذب بجهاز شد الجسم ولكنه نجا من الموت، وكان ذلك الرجل هو وليام ليثغو، وهو إنجليزي تعرض للتعذيب بهذه الآلة سنة 1620 على يد محاكم التفتيش الأسبانية:

«بعد ما أحضرت إلى غرفة التعذيب، وضعت فوق جهاز الشد، ومُدَّت رجلاي خلال جانبي الجهاز، وربط حبل حول كاحلي. وعندما التوت الروافع إلى الأمام اصطدمت ركبتاي بكل قوة بلوحي الجهاز وأدى ذلك إلى تمزق أوتار عضلات الفخذين، كما تهشمت عظمتا غطاء الركبتين. عندئذ جحظت مني العينان وامتلأ فمي بالزبد، واصطكت أسناني بشدة. وكانت شفتاي ترتجفان، وأنيني يشتد بينما كان الدم ينفر من ذراعي وأوتار عضلاتي

المزقة و يدي وركبتي، وعندما خففت عني أسباب الألم هذه رميت على الأرض و يداي مغلولتان، وكانت أصوات المنفذين تلح علي بالقول: اعترف! اعترف !»

لم يُعذَّب غاليليو، بل هُدِّد بالتعذيب مرتين، وترك لمخيلته أن تفعل الباقي وكان ذلك هدف المحاكمة، أي أن يتبين للرجال ذوي الخيال أنهم ليسوا فوق عملية الخوف الحيواني البدائي التي لا تنعكس، وكانت النتيجة أن وافق غاليليو على التراجع وسحب كل ما قال:

«أنا الموقع أدناه غاليليو غاليلي بن المرحوم فنسنزو غاليلي، من فلورنسه، والبالغ من العمر سبعين عاما، الماثل شخصيا أمام هذه المحكمة أركع أمامكم يا أصحاب الغبطة والإجلال السادة الكرادلة أعضاء محكمة التفتيش ضد الانحطاط المرتد في جميع أرجاء الجمهورية المسيحية، وأقسم وأنا أنظر بعيني إلى الكتاب المقدس والمسه بيدي أنني كنت أؤمن دائماً وأؤمن الآن وسأظل بعون الله مؤمنا في المستقبل بكل تعاليم الكتاب المقدس وما يعظ به ويعلمه وفق مذهب الكنيسة الكاثوليكية المقدسة، والكنيسة الرومانية الحوارية. ولكنني - رغم تسلمي أمرا من قداسة البابا مفاده أن أتخلى كليا عن الرأي الكاذب القائل بأن الشمس مركز الكون وأنها غير متحركة وأن الأرض متحركة وليست مركز الكون، وأن علي أن لا أتمسك بهذه العقيدة أو أدافع عنها أو أعلمها بأية طريقة كانت مشافهة أو كتابة، وبعد أن علمت أن العقيدة المذكورة مخالفة لما جاء في الإنجيل المقدس - قمت بتأليف كتاب وطباعته وفيه بحثت في هذه العقيدة المدانة، ذكرت فيه حججا قوية لإثباتها دون تقديم أي حل صحيح، ولهذا السبب اتهمني مكتب قداسة البابا بأن هناك اشتباها قويا بأنني مرتد كافر، وذلك لأنني تبنيت رأيا يقوم على الاعتقاد بأن الشمس ثابتة وهي مركز العالم، وأن الأرض متحركة وليست مركزا لهذا العالم.

«بناء عليه ولأنني راغب في أن أزيل من تفكيركم يا أصحاب القداسة والغبطة ومن عقول جميع المسيحيين المؤمنين ذلك الشك القوي الذي تتصورونه بحق ضدي، وبقلب مخلص وإيمان صادق أرفض وألعن وأحتقر الأخطاء والهرطقات السالفة الذكر وبشكل عام كل خطأ آخر أو أية طائفة أيا كانت إذا كانت مضادة للكنيسة المقدسة، وأقسم بأنني لن أذكر أو أؤكد

في المستقبل شفهيا أو تحريريا أي شيء يمكن أن يؤدي إلى احتمال حصول شبهة مماثلة نحوي، كما أعد بأن أبلغ مكتب قداسة البابا أو محكمة التفتيش أو المحاكم العادية في مكان إقامتي عن أي شخص يشتبه في ارتداده وهرطقته».

وفوق ذلك أقسم وأعد أن أنفذ بشكل كامل ودقيق كل العقوبات الدينية التي فرضها أو سيفرضها مكتب قداسته علي. وفي حال نكوصي (لا سمح الله) عن أي من هذه الوعود والاعترافات وما أقسمت عليه فإنني اقدم نفسي طواعية لكل الآلام والعقوبات التي فرضتها وأعلنتها التعليمات الكنسية المقدسة والدساتير الأخرى العامة والخاصة ضد من يقترف مثل هذا الإثم، - فليساعدني الله وهذا الإنجيل المقدس الذي ألمسه بيدي. أنا المدعو غاليليو غاليلي قد اعترفت بأخطائي وأقسمت ووعدت وتعهدت كما هو في أعلاه، وشهادة بصدق ذلك قد كتبت بخط يدي هذه الوثيقة المتعلقة بإعلان تنصلي من تلك الآثام وتلوتها كلمة كلمة في روما، دير منيرفا في هذا اليوم الثاني والعشرين من شهر (يونيو) حزيران عام 1633.

«أنا غاليليو غاليلي قد اعترفت بأخطائي علانية كما في أعلاه ودونتها بيدي».

وقد وُضع غاليليو بقية حياته رهن الإقامة الجبرية المشددة في منزله الكائن في أركيتري التي تبعد بعض الشيء عن فلورنسه. وظل البابا صلبا في موقفه لا يلين ولا يخفف من غلوائه فلم يسمح بنشر أي شيء، أو بمناقشة عقيدة كوبر نيكوس المحظورة، كما منع غاليليو حتى من التحدث مع البروتستانت. وهكذا كانت النتيجة أن كمت أفواه العلماء الكاثوليك في كل مكان منذ ذلك الحين. وتوقف معاصر غاليليو رينيه ديكارت عن النشر في فرنسا حتى ذهب في النهاية إلى السويد. وصمم غاليليو على القيام بعمل أخير، فقد أراد إتمام الكتاب الذي بدأه قبل المحاكمة ولم يكمله بسببها، وهو كتاب عن «العلوم الجديدة» التي عنى بها الفيزياء لا الفيزياء في النجوم، بل الفيزياء المختصة بالمادة هنا على الأرض. وقد انتهى منه عام 1636، أي بعد مضي ثلاث سنوات على المحاكمة، وكان قد بلغ من العمر عندئذ الثانية والسبعين. وبالطبع لم يستطع نشره، إلى أن طبعه بعض البروتستانت بعد مضي عامين في بلدة ليدن بهو لنده. وفي ذلك الوقت كان

غاليليو قد فقد بصره كليا، فكتب عن نفسه إلى أحد أصدقائه: «وا أسفاه... لقد أصبح غاليليو صديقك وخادمك المخلص - منذ شهر - كفيف البصر كليا بشكل لا يرجى شفاؤه. بحيث إن هذه السماء وهذه الأرض وهذا الكون، التي كبرتها بمشاهداتي الرائعة وعروضي الواضحة مئة مرة لا بل ألف مرة فوق الحدود المقبولة عالميا من الرجال العلماء في العصور السابقة، قد تقلصت الآن وانكمشت بالنسبة لي إلى حجم ضيق يساوي الحجم الذي تملؤه أحاسيس جسمي الخاصة».

وكان من بين هؤلاء الذين قدموا لزيارة غاليليو في أركيتري الشاعر الإنكليزي الشاب جون ميلتون، الذي كان يحضر عمله الخالد في حياته. وهو ملحمة شعرية كان قد خطط لها، ومن سخرية القدر أنه عندما كتب ميلتون ملحمته الشعرية العظيمة بعد ثلاثين عاماً كان قد أصبح ميلتون أعمى، واعتمد على أولاده من اجل إتمام تلك الملحمة الشعرية. وفي أواخر حياته، شبه ميلتون نفسه بشمشون الأغونسطي أي شمشون بين الفلسطينيين «كفيف في غزة.. أعمل في الطاحونة مع العبيد» وكما هو معروف فقد انهارت إمبراطورية الفلسطينيين القديمة لحظة موت شمشون. وهذا تماما ما فعله غاليليو رغما عنه. فلقد كانت نتيجة المحاكمة والإقامة الجبرية التي فرضت عليه، توقف النشاط العلمي في حوض البحر الأبيض المتوسط توقفا تاما، وبدءا من تلك الفترة فصاعدا انتقلت الثورة العلمية إلى شمال أوربا. ومات غاليليو، وهولا يزال سجينا في بيته، عام 1642. وفي يوم عيد الميلاد من ذلك العام نفسه ولد اسحق نيوتن في إنجلترا.

# الهوامش

(1) استعملت كلمة Propagation في مهمة المؤسسة بمعنى النشر ومنها اشتقت كلمة Propaganda بمعنى الدعاية.

(2) يتبعون إحدى الفرق الكاثوليكية يقوم أفرادها بالتبشير والاستجداء.

# 6 الكون كساعة مهيبة الانتظام

عندما كتب غاليليو الصفحات الأولى من كتابه «حوار حول الأنظمة العالمية الكبيرة» حوالي عام 1630، ذكر مرتين أن هناك خطرا في أن يسبق علم المنافسين الشماليين (وتجارتهم). علم الإيطاليين (وتجارتهم) وكم كانت نبوءته صحيحة. والعالم الذي عناه غاليليو بذلك اكثر من غيره هو الفلكي يوهانس كبلر الذي جاء إلى مدينة براغ عام 1600 وهو في الثامنة والعشرين من عمره ليمضي معظم سنواته الخلاقة هناك. فقد وضع كبلر القوانين الثلاثة التي حولت نظام كوبر نيكوس من وصف للشمس والكواكب بشكل عام إلى معادلة رياضية دقيقة.

بيَّن كبلر - أولا - أن مدار أي كوكب ليس دائريا تماماً، بل إنه عبارة عن قطع ناقص عريض وفيه تكون الشمس مبتعدة قليلا عن المركز، أي أنها في إحدى بؤرتيه، وأوضح ثانيا أن الكوكب لا يجري بسرعة ثابتة، إذ أن الثابت هو معدل السرعة التي يغطى بها الخط الواصل بين الكوكب والشمس المساحة الواقعة بين مداره وبينها. وثالثا برهن كبلر على أن الزمن الذي يستغرقه دوران كوكب ما لإتمام

مداره - أي سنته - يزداد بازدياد معدل بعده (مسافته) عن الشمس، بطريقة محدودة ودقيقة تماما.

هكذا كانت حالة العلم عندما ولد اسحق نيوتن يوم عيد الميلاد من عام 1642، وكان كبلر قد توفي قبل ذلك باثنتي عشرة سنة، بينما توفى غاليليو في السنة ذاتها، ولم يكن هذا التاريخ نقطة تحول بالنسبة للفلك فقط بل بالنسبة لكل العلوم، فقد شهدت تلك السنة ولادة عقل جديد حقق الانتقال الحاسم من المرحلة الوصفية، التي أدت دورها في الماضي، إلى المرحلة الديناميكية، مرحلة تعليل المستقبل وتفسيره سببيا.

وبحلول عام 1650 تحول مركز ثقل العالم المتحضر من إيطاليا إلى أوربا الشمالية، والسبب الواضح لذلك أن طرق العالم التجارية قد تغيرت منذ اكتشاف أمريكا واستغلالها فلم يعد البحر الأبيض المتوسط مركز أو وسط العالم كما يعنيه اسمه، إذ انتقل وسط العالم كما حذر غاليليو إلى حافة المحيط الأطلسي. ومع حلول أنماط تجارية جديدة ظهرت تطلعات وأفكار سياسية مختلفة، بينما كانت إيطاليا ودول البحر الأبيض المتوسط لا تزال ترزح تحت الحكم الفردي.

وهكذا تطورت قدما أفكار ومبادئ جديدة عند الأمم البروتستانتية البحرية في الشمال مثل إنكلترا والأراضي المنخفضة، وكانت إنكلترا في تلك الفترة تتجه نحو الجمهورية والبروتستانتية ذات النزعة النقية.

وجاء الهولنديون عبر بحر الشمال لتجفيف المستنقعات الإنكليزية، وبذا أضحت تلك المستنقعات أراضي صلبة، ونمت روح استقلالية في أراضي لنكولنشاير المنبسطة نحو الأفق ووسط ضبابها، حيث جَنَّد أوليفر كرومويل فرسانه المتمرسين بالحرب، وفي عام 1650 أصبحت إنكلترا جمهورية بعد أن قطعت رأس ملكها الذي كان يجلس على العرش آنذاك.

وعندما ولد نيوتون في بيت أمه في وولز ثورب عام 1642، كان أبوه قد توفي قبل ذلك بعدة أشهر، وبعد فترة وجيزة تزوجت والدته مرة ثانية، وتُرك نيوتون في رعاية جدته، ورغم أنه لم يكن محروما من بيت يأوي إليه بالمعنى الدقيق، إلا أنه عاش - منذ ذلك الحين - دون حنان الوالدين. وكان طوال حياته يعطي الانطباع بأنه لم يكن محبوبا، ولم يتزوج أبدا، ولم يبد عليه قط أنه كان قادراً على الانفتاح على الصداقة والمحبة اللتين تجعلان

النجاح والإنجاز نتاجاً طبيعياً للفكر الذي تشحذه رفقة الناس وصداقتهم، بل على العكس من ذلك كانت إنجازات نيوتن فردية حققها بنفسه وحده في عزلة تامة، وكان نيوتن يخشى دائما أن يسلبه الآخرون هذه الإنجازات كما سلبوه (حسبما كان يتصور) أمه. وليس لدينا علم عنه عندما كان طالبا في المدرسة أو في الجامعة.

وكانت السنتان اللتان تلتا تخرج نيوتون من جامعة كامبردج 1665 - 1666 سنتي طاعون. ولذلك قضى نيوتون وقته في البيت في الأيام التي أغلقت فيها الجامعة أبوابها (بسبب الطاعون). وفي تلك الأثناء ترملت والدته مرة ثانية وعادت إلى وولز ثورب. وهنا وجد نيوتن، «كنزه:> الرياضيات. والآن، وبعد الاطلاع على كل أوراقه، نجد من الواضح أن نيوتن لم يكن قد عُلِّم جيداً، وأنه توصل إلى برهنة ما عرف من رياضيات بنفسه، ثم انطلق من ذلك إلى تحقيق كشف أصيل، فقد ابتدع فكرة معدل دفق التغير المستمر في الرياضيات؛ وهو ما يسمى اليوم بحساب التفاضل والتكامل، وقد احتفظ نيوتن بهذا الاكتشاف لنفسه واستخدمه في الوصول إلى نتائجه ولكنه كان يكتب تلك النتائج بالرياضيات التقليدية.

وفي هذه الفترة أيضا تبلورت في ذهن نيوتن فكرة الجاذبية الكونية، واختبرها في الحال بحساب حركة القمر حول الأرض، وكان القمر رمزا قويا بالنسبة لنيوتن، وكان تسلسل فكره كالتالي: إذا كان القمر يتبع مداره حول الأرض بسبب جاذبيتها له، فلابد أن القمر يشبه الكرة (أو التفاحة) التي قذفت بعنف؛ فالقمر يسقط نحو الأرض باستمرار ولكنه يدور بسرعة فائقة لدرجة تمنع سقوطه نحوها، وهكذا يستمر القمر في الدوران حول الأرض لأنها كروية فكم يجب أن تكون قوة جذبها؟.

«لقد استنتجت أن القوى التي تُبقي الكواكب ضمن مداراتها يجب أن تتناسب عكسيا مع مربع المسافة بينها وبين المراكز التي تدور حولها، وعلى هذا الأساس قارنت القوة اللازمة لإبقاء القمر في مداره بقوة الجاذبية على سطح الأرض، فوجدت أن هاتين القوتين تتفقان مع النتيجة السابقة إلى حد كبير».

وهذه العبارة المتسمة بالتواضع وعدم الكبر من صفات نيوتن المميزة، ولقد أعطت حساباته المبدئية التقريبية الأولى مدة دورة القمر بشكل قريب

جدا من القيمة الحقيقية: حوالي 25 ر27 يوما.

وعندما تتطابق الأرقام وتتفق مع الواقع بهذا الشكل، تدرك كما أدرك فيثاغورس من قبل، أن سرا من أسرار الطبيعة بات في راحة يدك، أي أن قانونا كونيا يحكم نظام الكون وكأنه ساعة مهيبة الانتظام، وما حركة القمر فيه سوى حدث متناسق في ذلك النظام. إن هذا القانون أشبه بالمفتاح الذي يوضع في قفل الطبيعة ويدار فإذا بالطبيعة تنفتح وتخرج في صورة عددية مفصحة عن أسرار بنيتها وتكوينها. ولكنك لو كنت نيوتن فانك لا تنشر ذلك.

وعندما عاد نيوتن إلى كامبردج عام 1667 عين أستاذا زميلا في كليته ترينيتي، وبعد عامين استقال أستاذه من أستاذية الرياضيات وربما لم تكن الاستقالة قد تمت بهدف خدمة نيوتن، كما كان يظن، ولكن النتيجة كانت نفس الشيء. إذ عُيِّن نيوتن مكانه. وكان حينذاك في السادسة والعشرين من عمره.

ونشر نيوتن أول أعماله في علم البصريات. وكان هذا فكريا كبقية أعمال فكره العظيمة، إذ أنه كما قال «خلال عامي وباء الطاعون 1665 و 1666 كنت في أوج عمري المنتج في مجال الابتكار والاختراع». وفي تلك الأثناء لم يكن نيوتن في بيته. بل عاد إلى كلية ترينيتي لفترة وجيزة عندما كان الطاعون في حالة انحسار.

ومن الغريب أن نجد أن الإنسان الذي نعتبره سيد التعليل والتفسير في أمور الكون المادية قد بدأ بالتفكير في الضوء، وثمة سببان لذلك، الأول أن إنجلترا كانت عالم بحار، شغلت فيه كل العقول النيّرة بكل المشكلات التي نجمت عن الرحلات البحرية. ولم يعتبر الرجال - أمثال نيوتون - أنفسهم أنهم بذلك إنما يقومون بأبحاث تقنية إذ أن ذلك تعليل بالغ السذاجة لاهتمامهم. فواقع الأمر أن الموضوعات التي كان كبار السن من معاصريهم يتجادلون حولها قد جذبتهم، كما هو الحال عند الشباب دائما. وكان المنظار المقرب (التلسكوب) المشكلة البارزة في ذلك العصر، والحقيقة أن نيوتن وعى أول مرة مسألة الألوان الموجودة في الضوء الأبيض بينما كان يصقل عدسات لمنظاره.

إلا أن هناك بالطبع تحت السطح سببا أساسيا اكثر أهمية: وهو أن

الظاهرة الطبيعية تتكوّن دوما من تفاعل الطاقة مع المادة، فنحن نرى المادة بواسطة الضوء، كما نحس بوجود الضوء عن طريق وجود المادة في طريقه. وهذه الفكرة تكوّن عالَم كل فيزيائي عظيم يجد أنه لا يستطيع تعميق فهمه لأي منهما دون فهم الآخر.

ففي عام 1666 بدأ نيوتن بالتفكير في سبب ظهور ألوان متداخلة على حواف العدسات. وأخذ ينظر في هذه الظاهرة بإحداثها بمنشور زجاجي، ذلك أن في كل عدسة - عند كل حافة من حوافها - منشوراً صغيراً. وبالطبع كانت الحقيقة بأن المنشور يعطي ألوانا أمرا معروفا للجميع منذ أرسطو على أقل تقدير وكذلك كان - للأسف - تفسيرها الخاطئ الذي كان سائداً حتى ذلك الوقت، ويرجع السبب في ذلك إلى أنهم لم يقوموا بأي تحليل ذي مستوى، فقد قالوا بكل بساطة إن الضوء الأبيض يمر عبر الزجاج، فيغمق قليلا عند الحافة الرقيقة وبذا يصبح أحمر اللون، ويصبح اكثر غمقا عندما يمر عبر زجاج اكثر سمكا فيصبح أخضر، ثم يصبح قاتما إذا مر بزجاج أشد سمكا فيصبح أزرق اللون، شيء عجيب !! ذلك أن كل هذا الشرح لا يفسر شيئاً البتة، مع أنه يبدو معقولا، والشيء الواضح الذي لا يفسره هذا الشرح - كما أشار نيوتن - ظهر للعيان لحظة امراره ضوء الشمس خلال فتحة ضيقة ثم امراره عبر منشوره، وهذا الأمر هو التالي: إن أشعة الشمس تدخل المنشور كقرص دائري، لكنها تخرج منه بشكل ممتد. وكان كل إنسان يعلم أن الطيف ممتد، وقد كان ذلك معروفا منذ ألف عام بشكل ما لأولئك الذين كانوا مهتمين بالموضوع. ولكن الأمر يحتاج إلى عقل قوي كعقل نيوتن ليجهد نفسه في تفسير ما هو واضح. وبالفعل فقد ذكر نيوتون أن الأمر الواضح هنا هو أن الضوء لا يتحول من لون لآخر بل ينفصل طبيعيا للأجزاء المؤلفة له !.

إن هذه الفكرة جديدة تماما في التعليل العلمي، وغير واردة بتاتا بالنسبة لمعاصريه، وقد تجادل معه في هذا روبرت هوك وكل الفيزيائيين الآخرين، إلى أن ضجر نيوتن من كل هذه المناقشات فكتب إلى لايبنتز يقول:

«لقد اضطهدت بالمناقشات التي أثارها نشر نظريتي عن الضوء، لدرجة أنني أخذت ألوم نفسي لقلة حرصي وتبصري بالنتائج عندما أقدمت على ترك الهدوء الذي كنت أنعم به، جريا وراء أشباح».

ومنذ ذلك الحين رفض نيوتون فعلا أن تكون له أية صلة بالمجادلة والمناظرة، و بخاصة مع مناظرين من أمثال هوك، ورفض أن ينشر كتابه عن علم البصريات حتى عام 1704، أي بعد وفاة هوك بسنة كاملة، ولكنه حذر رئيس الجمعية الملكية بقوله: -

«لقد عقدت النية على ألاّ أشغل نفسي بعد الآن بالأمور الفلسفية، ولذلك آمل ألاّ تعتبرني مسيئا إذا وجدت أنني لن أعود لمثل ذلك بعد الآن».

ولكن دعونا نبدأ من البداية، بكلمات نيوتون نفسه، التي دورا عام 1666:

«حصلت على منشور زجاجي مثلث الشكل، كي أجري بواسطته تجارب حول ظاهرة الألوان المشهورة، ولذلك جعلت غرفتي مظلمة، ثم فتحت ثقبا صغيرا في ستارة نافذتي كي تدخل كمية ملائمة من ضوء الشمس. ثم وضعت المنشور عند مدخل الضوء بحيث ينكسر إلى الجدار المقابل، وكانت في البداية تسلية ممتعة: أن أشاهد الألوان الناتجة حية وقوية، ولكن بعد أن أمضيت فترة أراقب هذه الألوان وأفكر فيها بدقة وإمعان دهشت عندما لاحظت أنها اقرب إلى الشكل الأسطواني منها إلى الشكل الدائري الذي توقعته حسب ما وصل إلينا من قوانين الانكسار.»

«ولاحظت أيضا أن الضوء القريب من إحدى نهايتي انكساره ينكسر بشكل أشد من الضوء القريب من النهاية الأخرى، وهكذا كان السبب الحقيقي في استطالة شكل انكسار الضوء يكمن في أن الضوء يتألف من أشعة قابليتها للانكسار متباينة، وتظهر على أقسام مختلفة من الجدار وفق درجة انكسارها، بغض النظر عن زاوية سقوطها على المنشور».

وهكذا تمكن نيوتن من تفسير سبب استطالة الطيف، إذ يعود ذلك إلى انفصال الألوان المؤلفة له وتباعدها عن بعضها. فالأزرق ينثني أو ينكسر بقدر أكثر من الأحمر، وتلك خاصة مطلقة لكل لون.

«بعد ذلك، وضعت منشورا آخر، بحيث يمر الضوء خلاله أيضا، وينكسر مرة ثانية قبل وصوله إلى الجدار. ثم أخذت المنشور الأول بيدي وأدرته ببطء جيئة وذهابا حول محوره بشكل جعل أجزاء الطيف تمر تباعا خلال المنشور الثاني ورحت أراقب على الحائط أين سيكسر المنشور الثاني هذه الأجزاء، وقد وجدت أنه عندما ينفصل أي من هذه الألوان عن بقية الأشعة (المؤلفة للضوء الأبيض) فانه يحتفظ بلونه (أي يبقى منفصلا)، رغم كل

المحاولات والجهود التي قمت بها لتغييره».

وبذلك هزمت وجهة النظر التقليدية هزيمة نكراء، لأنه إذا كان الضوء يتغير لمجرد عبوره زجاج المنشور، وجب على المنشور الثاني أن يعطي ألوانا جديدة، كأن يقلب الأحمر إلى أخضر أو أزرق مثلا. وقد دعا نيوتن هذه التجربة بالحاسمة، لأنها برهنت على أن ألوان الطيف بعد أن تنفصل عن بعضها بواسطة الانكسار لا يمكن أن تتغير بعد ذلك أبدا.

«لقد جعلت الضوء ينكسر بالمناشير الزجاجية، ثم عكست به أجساما لها ألوان مختلفة في ضوء النهار، واعترضت طريقه بطبقة هوائية ملونة محصورة بين صفيحتين زجاجيتين، وأمررته بعد ذلك عبر أوساط ملونة، وكذلك عبر أوساط أخرى أنيرت بأنواع أخرى من الأشعة، وأنهيت التجربة عدة مرات بأشكال مختلفة، ولم استطع إنتاج لون جديد من أي من هذه العمليات.

بيد أن التركيب الأكثر غرابة والأشد روعة هو تركيب الضوء الأبيض، فليس ثمة نوع وحيد من الأشعة يستطيع وحده أن يعطي ذلك اللون، فالضوء الأبيض ضوء مركب يتألف من كل ألوان الطيف ممزوجة بنسب معينة، وكثيرا ما شاهدت بإعجاب كيف أنه إذا ما تلاقت ألوان الطيف في نقطة واحدة امتزجت وأنتجت ضوءا كامل البياض. ولذا فمن الواضح أن البياض هو اللون العادي للضوء ذلك أن الضوء العادي مجموعة أشعة مختلطة مفعمة بكل أنواع الألوان التي تنعكس متمازجة عن الأقسام المختلفة من الأجسام المضيئة.

وكانت هذه الرسالة قد كتبت للجمعية الملكية، بُعيد انتخاب نيوتن زميلا بها عام 1672، وكان آنذاك في الثلاثين من عمره. وكان قد برهن على أنه عالم تجريبي من نوع جديد، عالم يفهم كيف يضع النظرية وكيف يثبتها بشكل قاطع في وجود البدائل الأخرى. وكان نيوتن فخورا بمنجزاته.

«قلما يتوقع العالم الطبيعي أن يرى علم الألوان وقد أصبح في قالب رياضي، ورغم ذلك أتجرأ على الجزم بأن في علم الألوان من الدقة والتأكيد ما في أي جزء آخر من علم البصريات».

وكان نيوتن قد بدأ يكتسب سمعة وشهرة في لندن كشهرته في الجامعة (كامبردج)، و يبدو أن الشعور باللون بدأ ينتشر في عالم «العاصمة»، كما لو

أن الطيف قد نشر ألوانه على الحرير والتوابل التي كان التجار يحضرونها إلى العاصمة.

وهكذا بدأت اللوحة التي يمزج عليها الرسامون ألوانهم تصبح اكثر تنوعا، وعم ذوق يميل نحو الأشياء ذات الألوان الصارخة المستوردة من الشرق، كما أصبح من الشائع استخدام العديد من الكلمات الدالة على الألوان.

و يتضح ذلك من خلال شعر تلك المرحلة، فقد كان الشاعر الكسندر بوب في السادسة عشرة من عمره عندما نشر نيوتون كتابه عن البصريات، ومع أن صوره الحسية كانت أقل من صور شكسبير، إلا أنه استخدم كلمات لونية أكثر بثلاث أو أربع مرات مما استعمل شكسبير وكرر استعمالها عشر مرات اكثر منه، فمثلا نجد الكسندر بوب في قصيدته التي يصف فيها السمك في نهر التايمز يستعمل في خمسة أبيات فقط كلمات وعبارات مثل: المتألق والمصبوغ بصباغ آت من مدينة صور، والفضي، والمشع، والأصفر، والذهبي وأخيرا القرمزي. ولا يمكن تفسير هذا الأمر إذا لم نفهمه على أنه تدريب (شعري) بالألوان.

وقد نجم عن شهرة نيوتن في العاصمة لندن مناظرات ومناقشات مضادة جديدة، فقد كان يكتب نتائج أبحاثه بشكل مختصر في رسائله إلى علماء لندن الذين كانوا يعلقون عليها بكلمات نقد حادة وغاضبة.. وكان ذلك السبيل الذي أدى إلى بدء نزاع طويل مرير بينه وبين جوتفريد لايبنتز بعد عام 1676 حول من كانت له الأسبقية في رياضيات التفاضل والتكامل، ذلك أن نيوتن لم يقتنع قط بأن لايبنتز، رغم أنه كان رياضيا متينا في مادته، قد توصل إلى عقل مفهوم التفاضل والتكامل وحده وبشكل مستقل (أي دون إيحاء أو مساعدة من أحد).

ونتيجة ذلك فكر نيوتن بترك العلم واللجوء إلى حمى كلية ترينيتي، التي كانت تعطي العالم الأستاذ مكانا رحبا وظروف معيشة مربحة. فقد كان لنيوتن مختبره الصغير الخاص به وحديقته الخاصة.. وكان المهندس كريستوفر رن يشيد في تلك الأثناء مكتبة عظيمة في فناء تلك الكلية، وقد تبرع نيوتن بمبلغ أربعين جنيها لذلك المشروع، وكان يبدو كما لو أنه أخذ يتطلع نحو حياة التدريس وتكريس بقية أوقاته للدراسات الخاصة، ولكن

القوم لم يتركوه وشأنه، فإذا كان قد رفض أن يجادل ويشارك في مناقشات علماء لندن فقد جاءوا هم إلى كامبردج، لمناقشته ومقارعته بحججهم.

وكان نيوتن قد أخذ يبلور فكرة وجود جاذبية عامة شاملة أثناء سنة الطاعون (1666) واستعملها بنجاح كبير في تلك الفترة في وصف حركة القمر حول الأرض. ومن الغريب أن تنقضي فترة تقرب من عشرين عاما بعد ذلك دون أن يقوم نيوتن بأية محاولة لنشر أي شيء عن المعضلة الكبرى، وهي حركة الأرض حول الشمس، وليس هنالك أي شيء مؤكد عن العقبة التي حالت دون ذلك، بيد أن الحقائق واضحة، ففي عام 1684 جرت مناقشة بين المهندس السير كريستوفر رن وروبرت هوك وعالم الفلك الشاب ادموند هالي، كان من نتيجتها أن جاء هالي إلى كامبردج ليجتمع بنيوتن.

«بعدما أمضيا معا بعض الوقت طرح الدكتور هالي على نيوتن سؤالا حول شكل المسار الذي ستتخذه الكواكب في حركتها حول الشمس، على فرض أن قوة الجاذبية نحوها تتناسب عكسيا مع مربع المسافة بينها وبين الكواكب. فأجاب السير اسحق على الفور بان المدار سيكون اهليلجيا أي له شكل القطع الناقص. فسأله الدكتور هالي والفرحة والدهشة تغمرانه عن كيفية معرفته ذلك؟ قال نيوتن: كيف؟ لقد حسبت ذلك. وعندها طلب الدكتور هالي الاطلاع على هذه الحسابات، فبحث السير اسحق بين أوراقه، بيد أنه لم يستطع أن يجد أوراق الحسابات، فوعده بأن يعيد الحسابات من جديد ويرسلها إليه.»

واستغرق الأمر ثلاث سنوات، من 1684 إلى 1687، حتى أتم نيوتن كتابة برهانه مرة أخرى، ولكن البرهان جاء طويلا - بطول كتاب «المبادئ Principia». وقد بذل هالي الكثير من الجهود في سبيل نشر ذلك الكتاب، حتى أنه مول عملية النشر، كان أن صموئيل بيبس قبل الكتاب كرئيس للجمعية الملكية عام 1687.

وبالطبع كانت تلك النظرية - كنظام للعالم - مثيرة منذ لحظة نشرها، ذلك أنها تقدم وصفا رائعا للعالم كجزء متناسق ضمن مجموعة واحدة من القوانين، والأهم من ذلك أن هذه النظرية كانت علامة بارزة تشير إلى منعطف هام في الأسلوب العلمي، فقد كنا نظن العلم سلسلة من الفرضيات، الواحدة تلو الأخرى، مستمدة من رياضيات اقليدس، وهكذا كان العلم،

ولكن الأسلوب العلمي الحديث لم يبدأ حقا في أن يكون دقيقا دقة شديدة إلا عندما أتى نيوتن وحول ذلك الأسلوب العلمي إلى نظام فيزيائي عن طريق تحويل الرياضيات من الوصف الساكن إلى الوصف الديناميكي المتحرك.

ونستطيع أن نرى في الكتاب أين كانت بالفعل العقبات التي أعاقت نيوتن عن تكملة برهانه عن الشمس وبقية الكواكب، بعد أن نجح في وضع مدار القمر بشكل رياضي، فعلى سبيل المثال، لدي قناعة بأن العقبة كانت في أن نيوتن لم يستطع حل المشكلة التي وردت في القسم - 12 - من الكتاب، المتعلقة بمعرفة كيفية حساب التجاذب بين كرة وجسيم (نقطة مادية). ذلك أنه عندما كان في وولز ثورب افترض أن الأرض والقمر جسيمان أو نقطتان ماديتان، وقام بحساب تقريبي على هذا الأساس.

ولكنهما في الواقع كرتان كبيرتان، وكذلك الأمر بالنسبة للشمس والكواكب الأخرى، فالسؤال المطروح في هذا المجال: هل يمكن حساب التجاذب بين كرتين وكأنه تجاذب وبين جسيمين أو نقطتين ماديتين وعلى أنه تجاذب بين مركزيهما؟ والجواب هو بالإيجاب، لكن فقط في الحالة التي تكون فيها قوة التجاذب تتناسب عكسيا مع مربع المسافة بين الكرتين، ونستطيع في هذا تبيّن الصعوبات الرياضية الهائلة التي كان على نيوتن أن يتغلب عليها قبل أن ينشر نظريته حول التجاذب الكوني.

وعندما كان خصوم نيوتن يجابهونه بتحد بأسئلة من مثل: «إنك لم تعلل لماذا تفعل الجاذبية الأرضية فعلها، كما لم تعلل كيف يمكن أن يقع هذا التجاذب على البعد»، أو: «إنك لم تشرح حقا لماذا تتصرف أشعة الضوء على هذا النحو». وكان لنيوتن على كل هذه الأسئلة رد واحد: «إنني لا أقدم فرضيات». وكان يعني بذلك أنه لا دخل له بالتكهنات الميتافيزيقية، «إنني أضع قانونا وأستنبط منه الظواهر». ذلك ما قاله تماما عندما بحث في علم البصريات، وهو الشيء الذي لم يفهمه معاصروه على أنه نظرة جديدة في هذا العلم.

والآن لو أن نيوتن كان إنسانا عاديا جدا ومثيرا للضجر والملل ورجلا محبا للأمور الواقعية، لكان رده هذا يكون سهل التفسير. ولكنه لم يكن كذلك. فلقد كان في الحقيقة إنسانا غير عادي إلى أبعد الحدود: كان

شخصية غير مدجنة. فقد مارس السيمياء،، كتب سرا مجلدات ضخمة حول ذلك الجزء من الكتاب المقدس، المسمى «سفر الرؤيا». وكان مقتنعا بأن قانون مقلوب المربعات موجود في رياضيات فيثاغورس. وانه لأمر غريب حقا، بالنسبة لإنسان يؤمن سرا بهذه التكهنات الميتافيزيقية والتخيلات الصوفية الغيبية، أن يقف بوجه جامد أمام الملأ ويقول «أنا لا أضع أية فرضيات» وهذا تعبير غير عادي عن شخصيته السرية. وقد عبر الشاعر ويليام رودزورث عن ذلك أحسن تعبير في قصيدة يقول في أحد مقاطعها:

«نيوتن، بمنشوره ووجهه الصامت»

وهي عبارة تصف الواقع بدقة تامة.

وعلى أية حال، كان وجه نيوتن العلني يتمتع بالشهرة والنجاح. ورغم هذه الشهرة والإنجازات الرائعة لم يستطع الحصول على ترقية في الجامعة، لأنه كان يتبع مذهب التوحيد الذي يرفض التثليث في الديانة المسيحية، وكان العلماء في تلك الفترة يشعرون بالحرج من مبدأ الثالوث هذا، ولذا لم يكن بوسع نيوتن أن يصبح قسيساً وبالتالي لم يكن من الممكن أن يصل إلى منصب رئيس الكلية. ولهذا توجه نيوتن عام 1696 إلى دار سك النقود في لندن وأصبح مديرا لها بعد ذلك. وبعد وفاة روبرت هوك قبل منصب رئيس الجمعية الملكية عام 1703. كما منحته الملكة آن لقب فارس (سير) عام 1705، وظل مسيطرا حتى وفاته عام 1727 على رحاب الفكر في لندن. وهكذا أفلح الطفل القروي.

على أن المحزن - وفق ما اعتقد - أن نيوتن لم يفلح وفق معاييره هو، بل وفق معايير مجتمع القرن الثامن عشر، وانه لمحزن أن ذلك كان المجتمع الذي قبل بمعاييره عندما رضي أن يصبح دكتاتورا في المجالس التي كانت تؤلفها السلطة، واعتبر ذلك بحد ذاته نجاحا وشهرة.

إن العالم أو المثقف الذي يتصف بالدكتاتورية ليس إنسانا عطوفا، حتى ولو كان قد نشأ من أصول متواضعة، ورغم ذلك لم يكن نيوتن على هذا القدر من الغطرسة في كتاباته الخاصة، كما كان يحكم عليه من قسمات وجهه التي صورت كثيرا وبأوضاع مختلفة.

«إن تفسير الطبيعة بكل ما فيها أمر بالغ الصعوبة على أي إنسان، أو حتى على أي عصر، وان أفضل ما نقوم به أن ننجز القليل بثقة ويقين،

ونترك ما تبقى للآخرين الذين سيخلفوننا، بدلا من أن نحاول تفسير كل شيء».

ويأتي نيوتن في واحدة من عباراته الشهيرة بنفس المضمون ولكن بدقة أقل وبلهجة عاطفية شجية:

«لست أدري كيف أبدو بالنسبة للعالم، بيد أنني أبدو لنفسي كطفل يلهو على شاطئ البحر، يتسلى بين الفينة والأخرى باكتشاف حصاة أنعم أو صدفة أجمل، بينما يقف محيط الحقيقة بأكمله غامضا غير مكتشف أمام ناظري.»

وعندما أصبح نيوتن في السبعينات من عمره، كانت المنجزات الحقيقية للجمعية الملكية ضئيلة. فقد كانت إنكلترا، إبان حكم الملكين جورج الأول والثاني مشغولة بالمال (سنوات البحار الجنوبية) والسياسة والفضائح، وكان من المعتاد رؤية رجال الأعمال في المقاهي وهم يؤسسون شركات لاستثمار اختراعات وهمية، كما كان الكتاب يسخرون من العلماء و يرسلون النكات عنهم، وكان ذلك في جزء منه بسبب النكاية واحد، وفي جزء آخر بسبب دوافع سياسية، ذلك أن نيوتن كان شخصية هامة في مؤسسة السلطة.

وفي شتاء عام 1713 كونت جماعة من الكتاب الناقمين التابعين لحزب المحافظين جمعية أدبية. وحتى وفاة الملكة آن في صيف العام التالي، كانت هذه الجمعية تعقد جلساتها في القصر الملكي (سانت جيمس) وبالذات في الغرف المخصصة لطبيب الملكة الخاص الدكتور جون آربوثنوت. وقد سميت هذه الجماعة «بنادي الخربشين» إذ كان هم أعضائها الاستهزاء والسخرية بالجمعيات العلمية في ذلك العصر. وليس الجزء الثالث من كتاب جوناثان سويفت الشهير «رحلات غوليفر» الذي يتضمن هجوما على المجتمع العلمي، إلا من نتاج مناقشات أعضاء ذلك النادي. وقد ساعدت هذه الجماعة من المحافظين الكاتب جون غاي فيما بعد على السخرية من الحكومة في مسرحيته الثنائية «أوبرا المتسول»، كما ساعدته أيضا محام 1717 في كتابة مسرحية «ثلاث ساعات بعد الزواج». وكانت السخرية في هذه المسرحية مركزة على شخص عالم كبير السن أطلق عليه في المسرحية اسم الدكتور فوسيل (أي الدكتور المتحجر). و يظهر ذلك جليا في الحوار التالي الذي يجري بينه وبين مغامر اسمه بلوتول الذي كان على علاقة مع ربة المنزل:

«موضوع تبادل الآراء الأول، بالطبع، هو السيمياء: أي تحويل المعادن الرخيصة إلى ذهب: -

**فوسيل**: من أية جامعة تخرجتم يا سيدي ؟

**بلوتول**: من جامعة كاركوف الشهيرة.

**فوسيل**: وفي أي حقل تخصصتم ؟

**بلوتول**: في حقل علبة النشوق!

**فوسيل**: هل قلت «علبة النشوق» ؟

**بلوتول**: نعم علبة النشوق، ذلك هو الذهب الحقيقي.

**فوسيل**: وماذا عن الذهب؟

**بلوتول**: ماذا تقول ؟ إنني أصنع الذهب بنفسي من رصاص كنيسة كاركوف العظيمة.

**فوسيل**: وكيف ذلك ؟

**بلوتول**: بالتكليس والانعكاس والتقنية والتسامي والملغمة والترسيب والتبخير.

**فورسيل**: انتبه إلى ما تقول، إذ أن تبخير للزئبق ليس عملية أكيدة.

**بلوتول**: لا أعتقد أن من الضروري أن أذكر الدكتور فوسيل المعروف بعلمه الواسع أن كل المعادن ذهب لم ينضج بعد!

**فوسيل**: انك تتكلم كفيلسوف. ولذلك يتوجب على البرلمان أن يضع قانونا يمنع استثمار مناجم الرصاص، تماما كما منع قطع الأشجار الغضة.»

وتتوالى الإشارات للمواضيع العلمية بسرعة: فيتطرق الحديث إلى مشكلة إيجاد خطوط الطول في البحر واختراع حساب التفاضل والتكامل: -

«**فوسيل**: أنا لست ميالا لإجراء التجارب الآن.

**بلوتول**: هل تتعامل بخطوط الطول يا سيدي ؟

**فوسيل**: أنا لا أتعامل مع المستحيلات، بل أبحث عن إكسير الحياة العظيم.

**بلوتول**: ما رأيك بالطريقة الرياضية الجديدة القائمة على معدل التغير المستمر ؟

**فوسيل**: أنا لا أعرف إلا تغير الزئبق.

**بلوتول**: ها.. ها، قصدت تغير الكميات.

**فوسيل**: أعظم كمية رأيتها في حياتي هي ثلاثة أرباع جنيه في اليوم!

**بلوتول**: هل هنالك أي سر في علم المياه، علم الحيوان، علم المعادن، انتقال السوائل، الصوتيات، ضغط الغازات، اللوغاريتم.. تريد أن أفسره لك ؟

**فوسيل**: هذا كله خارج نطاقي»

ويبدو في هذا شيء من قلة الاحترام أن يتعرض نيوتن للسخرية والهزء خلال حياته، وكذلك للانتقاد الحاد. ولكن الواقع أن كل نظرية - مهما كانت جليلة - تتضمن بعض الافتراضات الخفية المعرضة للتحدي، الأمر الذي يؤدي إلى أن تستبدل بها نظرية أفضل في الوقت المناسب، ونظرية نيوتن - رغم جمالها وإبداعها كتقريب للطبيعة - كان لابد أن تحوي نفس النقص ذاك. وقد اعترف نيوتن بذلك. فالافتراض الرئيسي الذي اتخذه نيوتن هو أنه قال منذ البداية «إنني افترض أن يكون الحيز مطلقا». وعنى بذلك أن الحيز في كل مكان منبسط ولا نهائي كما هو في جوارنا على الأرض. وقد انعقد لايبنتز ذلك منذ البداية، وكان على حق، ذلك أن هذا الأمر غير محتمل حتى وفق تجربتنا الذاتية. فنحن معتادون على العيش في حيز منبسط، ولكن حالما نلقي نظرة شاملة على الأرض ندرك أن الأمر ليس كذلك في كل أرجائها.

فالأرض كروية، وهذا هو السبب في أن مراقبين مختلفين واقفين في مكانين متباعدين على خط الاستواء، يمكن أن ينظرا إلى نقطة في القطب الشمالي ويقول كل منهما «إنني انظر باتجاه الشمال» ولا يمكن لإنسان تصور هذا الوضع لو أن الأرض كانت منبسطة، أو لإنسان يعتقد أن الأرض برمتها منبسطة كما تبدو بجواره. وكان نيوتن يتصرف حقاً كانسان أرض منبسطة، ولكن على مستوى كوني: يبحر في الفضاء حاملا متر القياس في يد وساعة الجيب في اليد الأخرى، راسما خريطة الفضاء، كما لو كان في كل مكان مثلما هو هنا على سطح الأرض، وليس الأمر بالضرورة كذلك.

إن هذا لا يعني أن الفضاء كروي بصورة حتمية في كل مكان، أي أنه ذو منحنى إيجابي دوما، بل يمكن أن يكون الفضاء - في مواضع منه - متكتلا أو متموجا. ويمكن أن نتصور نوعا من الفضاء به نقاط لها شكل سرج الحصان، وعن هذه تنزلق الكتل الضخمة في بعض الاتجاهات بشكل أسهل



اللوحة رقم 28

يبدو من مظاهر قلة الاحترام، بالنسبة لنا، أن يكون نيوتن قد تعرض للهزء والسخرية خلال حياته.

لوحة كاريكاتورية ساخرة عن نظرية نيوتن في الجاذبية الأرضية.

من غيرها من الاتجاهات، ويجب أن تبقى حركة الإجرام السماوية هي ذاتها بالطبع، فنحن نرى هذه الأجرام، وكل تعليل نقدمه يجب أن يكون ملائما لهذه الحركة.

ولكن التعليلات تكون عندئذ مختلفة الأنواع، إذ ستكون القوانين التي

تتحكم بالقمر والكواكب قوانين هندسية وليست قوانين جاذبية. وكانت هذه الأمور في ذلك الوقت مجرد تكهنات للمستقبل البعيد، وحتى لو طرحت هذه الأفكار للتداول فان رياضيات ذلك العصر لم تكن قادرة على معالجتها. بيد أن أصحاب العقول المفكرة والفلسفية كانوا يدركون أن تصور نيوتن للفضاء على صورة شبكة مطلقة كان مجرد تبسيط غير حقيقي لإدراكنا للأشياء. وبالمقابل قال الفيلسوف لايبنتر الكلمات التنبئية التالية: إنني اعتبر أن الفضاء شيء (نسبي بحت كما هو الزمن).

والزمن هو المطلق الآخر في نظام نيوتن. إن الزمن أمر حاسم إذا أردنا رسم خريطة الكون: فنحن - في الدرجة الأولى - لا نعرف مقدار بُعد النجوم، وكل ما نعرفه هو فقط اللحظة التي يمر بها كل نجم عبر خط نظرنا. وهكذا تطلبت دنيا البحارة إتقان صنع مجموعتين من الأجهزة اتقاناً بعيد المدى، المناظير المقربة والساعات.

وهكذا تم أول الأمر إدخال تحسينات على المنظار المقرب. وقد تركز ذلك في مرصد المراقبة الملكي الجديد، في غر ينتش. وقد خطط لذلك روبرت هوك عندما شرع مع كريستوفر رن في إعادة بناء مدينة لندن بعد الحريق الكبير الذي عصف بها، وهكذا اصبح البحار الذي يريد تحديد موقعه - خطي الطول والعرض - نسبة لشاطئ بعيد، يقارن قراءته لمواقع النجوم بالقراءات التي تتم في غرينتش. وبذلك أصبح خط طول غرينتش علامة ثابتة في دنيا كل بحار يبحر عبر بحر عاصف هائج، وكذلك الأمر بالنسبة لخط الزوال وتوقيت غرينتش.

وكان الأمر الثاني الهام بالنسبة لتحديد الموقع إدخال تحسينات على الساعة فقد أصبحت الساعة رمز ذلك العصر ومشكلته الرئيسية، ذلك أنه لا يمكن تطبيق نظريات نيوتن عمليا أثناء الإبحار إذا لم يكن بالوسع جعل الساعة تضبط الوقت على ظهر السفينة، والمبدأ غاية في البساطة، فبما أن الشمس تعود لنفس النقطة على الأرض مرة كل أربع وعشرين ساعة، فان كل درجة من 360 درجة من خطوط الطول تقابل أربع دقائق زمنية، فالبحار الذي يقارن وقت زوال الظهر على سفينة (أي وقت وجود الشمس في كبد السماء في أعلى موقع لها) مع ساعة تعتمد على توقيت غرينتش، يستطيع أن يعرف أن كل أربع دقائق تفرق بين التوقيتين تمثل بعد درجة

واحدة عن خط زوال غرينتش.

ولهذا عرضت الحكومة جائزة مقدارها 000 20 جنيه إسترليني لمن يستطيع أن يصنع ساعة تحدد الوقت بصورة دقيقة، مع التسامح بخطأ قدره نصف درجة خلال رحلة تستغرق ستة أسابيع، وقام صناع الساعات في لندن (ومنهم جون هاريسون كمثال) بصنع الساعة تلو الأخرى التي تستطيع تحقيق ذلك الشرط، وقد صممت هذه الساعات بحيث تعوض بندولاتها المتعددة فما بينها الخطأ الناتج عن تمايل السفينة أثناء الإبحار

وقد أدت هذه المشكلات الفنية إلى «انفجار» عدد ضخم من الاختراعات، كما وطدت الاهتمام بمفهوم الزمن الذي سيطر على العلم وعلى حياتنا اليومية منذ ذلك الحين، وفي الواقع فان السفينة في البحر هي نوع من النموذج لنجم السماء، فكيف يسير النجم خلال الفضاء؟ وكيف نعرف أي وقت يسير بموجبه ؟ وهكذا كانت السفينة نقطة الانطلاق للتفكير في مفهوم الزمن النسبي.

وكان صناع الساعات في تلك الأيام يشكلون نخبة (أرستقراطية) متميزة بين العاملين تماماً كما كان البناؤون الأحرار في العصور الوسطى، ولعله تصور جميل أن الساعة كما نعرفها اليوم حاكمة متحكمة في حياتنا الحديثة سواء أكانت ملتفة على معصمنا أم في جيبنا هي نفسها التي أوقدت شعلة مهارة الحرفيين منذ العصور الوسطى بأسلوب هادئ، وعلينا أن نذكر أن ما أراده صانعو الساعات الأوائل في تلك الأيام لم يكن معرفة التوقيت اليومي، بل تقليد الحركات في السماوات المرصعة بالنجوم.

وبقي عالم نيوتن ينبض بالحياة، ودون أي توقف لفترة تقدر بحوالي مائتي عام. ولو زار شبحه سويسرا في أي وقت قبل عام 1900 لهللت له جميع الساعات مبجلة معا.

ومع ذلك فبعد عام 1900 بقليل في برن، على بعد يقل عن مائتي ياردة من برج الساعة في المدينة، عاش هناك شاب يافع كتب له أن يضبط هذه الساعات كلها بالسماء: ذلك هو ألبرت آينشتاين. ففي مطلع القرن العشرين بدأ مفهوما الزمن والضوء بعدم التوافق مع الفكر السائد.

ففي عام 1881 أجرى ألبرت مايكلسون تجربة (كررها مع إدوارد مورلي بعد ست سنوات) أطلق فيها الضوء في اتجاهات مختلفة وقد أخذته الدهشة

عندما وجد أنه كيفما حرك الجهاز خلص إلى نفس سرعة الضوء وكانت هذه النتيجة تتعارض مع قوانين نيوتن، وكان ذلك مصدر تلك الهمهمة الصغيرة في قلب الفيزياء التي جعلت العلماء في أول الأمر شديدي الاهتمام متسائلين، وكان ذلك حوالي عام 1900.

وليس من المؤكد أن الشاب الصغير آينشتاين كان آنذاك مطلعا على آخر المعلومات في هذا الموضوع، إذ لم يكن تلميذا جامعيا شديد الانتباه لدراسته. ولكنه من الثابت أنه كان قد سأل نفسه: - في الوقت الذي ذهب فيه إلى برن ومنذ أن كان صبيا دون العشرين - كيف يمكن أن تبدو تجربتنا لو نظر إليها من وجهة نظر الضوء؟

إن الجواب على هذا السؤال مليء بالمفارقات المتضادة، الأمر الذي يجعله صعبا، ومع ذلك وكما هو الحال في المفارقات المتضادة فان الجزء الأصعب في هذا الموضوع ليس الجواب بل أدراك السؤال! وهنا تكن عبقرية رجال مثل نيوتن وآينشتاين: ذلك أنهما يطرحان أسئلة شفافة بريئة يتضح أن إجاباتها تحمل في طياتها الكوارث!. وقد سمى الشاعر وليام كاوبر نيوتن «الحكيم الذي يشبه الطفل» بسبب تلك الخاصة فيه، كما أن هذا الوصف يلائم تماما نظرة الدهشة من العالم التي كانت مرتسمة على قسمات وجه آينشتاين. فخلال حديثه عن ركوب حزمة من الضوء أو عن السقوط خلال الفضاء كان لدى آينشتاين دائما الكثير من الأمثلة والإيضاحات الجميلة والبسيطة التي توضح تلك المبادئ، وسأحاول أن أعيش لمحة من حياة آينشتاين: أذهب إلى قاعدة برج الساعة في برن واركب حافلة الترام التي كان آينشتاين معتاداً أن يركبها كل يوم في طريقه إلى عمله كموظف في إدارة براءات الاختراع.

إن الفكرة التي كانت تلح على آينشتاين في سني مراهقته هي: «كيف يمكن أن يبدو العالم لو امتطيت شعاعا من الضوء؟» وإذا افترضنا أن هذه الحافلة تبتعد عن تلك الساعة بسرعة ذلك الشعاع، الذي نرى بواسطته الوقت الذي تدل عليه الساعة ذاتها فماذا تكون النتيجة ؟ عندئذ ستجمد الساعة بالطبع. فأنا والحافلة التي تسير بسرعة الضوء سنكون ثابتين زمانيا أي أن الزمن سيتوقف بالنسبة لنا.

دعوني أوضح ذلك؛ لنفترض أن الساعة التي ورائي تدل على الثانية

عشرة ظهرا عندما تبدأ الحافلة بالانطلاق. فأنا الآن ابتعد عنها بسرعة 300 000 كيلومتر في الثانية (أي بسرعة الضوء). والنظرة للساعة تستغرقني ثانية واحدة ولكن الزمن الذي تدل عليه الساعة كما أراه الثانية عشرة لان الشعاع الضوئي الذي يأتي من الساعة إلى عيني سيستغرق نفس الوقت الذي تستغرقه رحلتي في الحافلة مبتدئاً من الساعة. وبالنسبة للساعة كما أراها وبالنسبة للعالم داخل الحافلة ونتيجة لاستمراري في الانطلاق بسرعة الضوء أكون قد فصلت نفسيا عن مرور الزمن، أي أنه توقف تماما بالنسبة لي.

وتلك مفارقة غير عادية. ولا أود الخوض فيما يمكن أن ينتج عن تلك المفارقة وغيرها من المفارقات التي عني بها (آينشتاين) وسأركز فقط على هذه الناحية: وهي أنني إذا امتطيت شعاعاً ضوئياً فسوف يتوقف الزمن بالنسبة لي، هذا يجب أن يعني أنه كلما اقتربت من سرعة الضوء (وهو ما أريد تمثيله بهذه الحافلة) أصبح وحيداً في صندوق الزمن والمكان وأكثر ابتعاداً عن المعايير والنواميس من حولي.

وتوضح هذه المفارقات الغريبة شيئين الأول جلي واضح: وهو أنه لا يوجد زمن كوني (أو ساعة واحدة للكون كله). أما الثاني فأعمق وأكثر غموضاً وهو أن الخبرة بأمر ما يختلف بين المسافر وبين الإنسان القابع في بيته. وبالتالي بالنسبة لأي منا إذ يسير في طريقه الخاص. إن تجاربي داخل الحافلة متسقة: ذلك أني أكتشف نفس القوانين ونفس العلاقات بين الزمن والمسافة والسرعة والكتلة والقوة التي يكتشفها أي مراقب آخر، ولكن قيمة كل من الزمن والمسافة وبقية تلك المتغيرات التي أصل عليها بالقياس الفعلي وأنا متحرك داخل الحافلة المسرعة إلى قرب سرعة الضوء تختلف عن قيمة تلك المتغيرات التي يحصل عليها بالقياس أيضاً الشخص الواقف على الرصيف.

ذلك هو جوهر مبدأ النسبية. ولكن السؤال الذي يخطر بالبال بوضوح هو: «ما الذي يجمعني وأنا بهذه السرعة مع هذا المراقب الواقف دون حراك ؟» والجواب هو: «مرور الضوء». فالضوء هو حامل المعلومات التي تربطنا. وهذا هو السبب في حيرة الناس حيال الحقيقة التجريبية التي تأتت عن تجربة مايكلسون عام 1881: وهي أنه عندما نتبادل الإشارات

الضوئية نكتشف أننا نتبادل المعلومات دائماً بنفس السرعة ونتوصل تكراراً إلى أن سرعة الضوء ثابتة دوماً، ومن الطبيعي نتيجة لذلك أن يكون الزمن والحيز والكتلة أمور مختلفة بالنسبة لكل منا لأنها يجب أن تعطي نفس القوانين لي هنا داخل الحافلة وللشخص الموجود خارجها دائماً ودون استثناء نفس القيمة لسرعة الضوء.

إن الضوء والإشعاعات الأخرى عبارة عن إشارات تتولد من حدث ما وتنتشر كالأمواج خلال الكون، وليس هنالك من طريقة يمكن بها أن تنتشر أخبار هذا الحدث إلى خارجه بأسرع من السرعة التي تتحرك بها، فالضوء وأمواج الراديو أو أشعة رونتجن (الأشعة السينية) هي الناقلات الرئيسية للأنباء أو الرسائل، وتشكل شبكة للمعلومات تربط الكون المادي بعضه ببعض فحتى لو كانت الرسالة التي نريد إرسالها هي عبارة عن الزمن فقط فلن نستطيع بثه من مكان لآخر بأسرع من الضوء أو موجات الراديو التي تحمله، وهكذا نتوصل إلى أنه ليس ثمة «زمن كوني» بالنسبة للعالم كله، كما أنه لا يمكن أن تضبط ساعاتنا على دقات ساعة غرينتش دون أن تكون سرعة الضوء مرتبطة بها ارتباطاً لا فكاك منه.

في هذه الازدواجية لابد أن ينقطع شيء لأن مسار شعاع من الضوء (مثل ستار الرصاصة) لا يبدو بنفس الشكل لشخص واقف مشاهد عابر كما يبدو فيه للرجل الذي أطلقه وهو يتحرك، فالمسار سيبدو أطول بالنسبة للشخص الأول، وعلى ذلك فان الزمن الذي سيستغرقه الضوء في مساره يجب أن يبدو أطول بالنسبة لهذا الشخص، مادامت سرعة المرء ثابتة.

هل هذا حقيقي ؟ نعم، فنحن نعرف الآن قدراً كافيا حول العمليات الكونية والذرية ترينا أن ذلك صحيح في حالة السرعة العالية. فلو كنت أتحرك فعلا بنصف سرعة الضوء وسجلت ساعتي أكثر قليلا من ثلاث دقائق خلال تلك السرعة، فان الزمن يكون أطول بنصف دقيقة بالنسبة للرجل الواقف على الرصيف.

لنفترض الآن أننا زدنا سرعة الحافلة وبلغنا بها سرعة الضوء، لنرى كيف تبدو مظاهر الأمور، إنه من ناحية الأثر النسبي يتغير شكل الأشياء (كما أن هنالك تغيرات في اللون ولكنها ليست بسبب النسبية) فسطوح المباني تبدو مائلة إلى الداخل والى الأمام، كما تظهر الأبنية ذاتها متقاربة

ومتزاحمة معاً. ذلك أنني أتحرك بسرعة فائقة أفقياً، ولذا فان المسافات الأفقية تبدو أقصر، ولكن الارتفاعات تبقى كما هي في هذه الحالة. وكذلك يتغير منظر السيارات والبشر بنفس الأسلوب: فيبدو الناس نحيلين طوالا، وكذلك السيارات تبدو قصيرة وعالية. وما هو صحيح بالنسبة لي عندما أنظر إلى الخارج من داخل الحافلة صحيح أيضا بالنسبة للشخص في الخارج الذي ينظر إلى الحافلة بسرعتها المذهلة، فعالم العجائب في النسبية متماثل، ولذا يرى المراقب من الخارج الحافلة مضغوطة إلى بعضها: قليلة الطول وعالية الارتفاع.

ومن الواضح أن هذه صورة مغايرة تماماً لصورة العالم التي كانت عند نيوتن. فالزمن والحيز كانا بالنسبة له إطارا مطلقاً تجري ضمنه الأحداث المادية وفق نظام ثابت مستقر، فنظام نيوتن بمثابة نظرة بعين الله إلى العالم، فالأمور تبدو بنفس الشكل لكل مراقب، أينما كان وكيفما تحرك. وعلى النقيض من ذلك كانت وجهة نظر آينشتاين: نظرة بعين الإنسان حيث إن ما تراه وما أراه أنا نسبي لكل منا، أي أنه نسبي لمكاننا وسرعتنا، ولا يمكن التخلص من هذه النسبية، فنحن لا يمكن أن نعلم كيف يبدو العالم حقاً بحد ذاته، وكل ما يمكننا عمله هو مقارنة كيفية ظهور العالم لكل منا، وذلك عن طريق تبادل الاتصالات والمعلومات. فأنا في حافلتي وأنت في كرسيك لا نستطيع أن تكون لدينا معاً نظرة مقدسة أو علوية وآنية للأحداث، وكل ما نستطيع عمله هو تبادل نظراتنا للأحداث فيما بيننا.

وتبادل وجهات النظر ليس عملية فورية، فنحن لا نستطيع أن نزيل منه الفارق الزمني الذي تعيّنه سرعة الضوء.

وبالطبع لم تبلغ الحافلة سرعة الضوء، بل توقفت بهدوء قرب مكتب براءات الاختراع. وهناك نزل آينشتاين وقام بعمله اليومي المعتاد، وعند المساء كان غالباً ما يقضي بعض الوقت في مقهى بول فيرك، ولم يكن العمل في هذا المكتب كثيراً بحيث يستنزف قواه، وفي الحقيقة تبدو الآن طلبات تسجيل الاختراعات التي قدمت آنئذ غاية في السخف، فقد كان هناك تسجيل اختراع يتعلق بتحسين بندقية هوائية، وطلب لتسجيل اختراع للتحكم في التيار المتردد، وقد كتب آينشتاين على ذينك الطلبين تعليقه المختصر: «إنه غير صحيح، وغير دقيق وغير واضح».

وفي المساء كان آينشتاين يتحدث قليلا عن الفيزياء مع زملائه أثناء تواجده في مقهى بول فيرك، وكان من عادته شرب القهوة وتدخين السيجار ولكنه كان إنسانا يفكر لنفسه بنفسه، وكان يتجه إلى جوهر السؤال الذي كان: «كيف يتفاهم بنو البشر - لا الفيزيائيون فقط - بعضهم مع بعض ؟ وما هي الإشارات التي نتبادلها ؟ وكيف نتوصل إلى المعرفة لا هذه التساؤلات وأمثالها كانت المحور في كل أبحاثه التي نشرها، لقد سعى فيها للوصول إلى لب الحقيقة خطوة خطوة، كمن كان يكشف عن قلب زهرة بإزالة وريقات الكأس والتويج الواحدة تلو الأخرى.

وهكذا نجد أن بحثه العظيم الذي نشر عام 1905 لم يقتصر على البحث في الضوء، أو في «الديناميكيات الكهربائية للأجسام المتحركة» كما يشير عنوان البحث، بل يذهب إلى أبعد من ذلك، إذ ذيّل آينشتاين ذلك بحاشية في العام ذاته، ذكر فيها علاقته الشهيرة التي تشير إلى تكافؤ الطاقة والكتلة. وهي المعادلة التي تقول بأن الطاقة تساوي الكتلة مضروبة في مربع سرعة الضوء وبالنسبة لنا نجد أنه من الروعة بمكان أن يتضمن أول عرض لنظرية النسبية تنبؤاً عمليا ومدمرا عن الفيزياء الذرية. أما بالنسبة لآينشتاين فقد كان الأمر بكل بساطة جزءاً من تصور كلي للعالم.

فآينشتاين، مثل نيوتن وكل المفكرين العلميين، كانت لديه نظرة عميقة موحدة للكون. وهذه النظرية تنجم عن تبصر وإدراك عميقين لعمليات الطبيعة نفسها، وبشكل خاص فهم العلاقات بين الإنسان والمعرفة والطبيعة، فالفيزياء ليست أحداثاً ولكنها مشاهدات والنسبية هي فهم العالم لا كأحداث بل كعلاقات.

وكان آينشتاين يستعيد ذكريات تلك السنوات بمتعة وسرور، وقد ذكر لصديقي ليو زيلارد بعد مرور عدة سنوات «لقد كانت هذه السنوات أسعد سنوات حياتي». ففي تلك الأيام «لم يتوقع أحد مني أن أنتج بيضات ذهبية». وبالطبع ورغم ذلك استمر آينشتاين في وضع البيضات الذهبية مثل أبحاث: تأثيرات الكم والنظرية العامة في النسبية ونظرية الحقل. ومع هذه الأعمال جاء التأكيد بصحة نتائج أبحاث آينشتاين الأولى. وكانت حصاداً لتوقعاته وتنبؤاته، ففي عام 1915 تنبأ آينشتاين في النظرية النسبية العامة أن حقل الجاذبية بالقرب من الشمس يسبب انحناء شعاع الضوء المار قربها نحو

الداخل وكأنه تشوه في الفضاء، وقد أرسلت الجمعية الملكية بعثتين إلى البرازيل والساحل الغربي الإفريقي للتأكد من هذه النبوءة خلال كسوف الشمس الذي حدث في 29 مايو/ أيار عام 1919. وقام آرثر اديغتون - المسؤول عن البعثة الإفريقية - بالقياسات الأولى للصور المأخوذة هناك. وذكر فيما بعد أن تلك القياسات ستبقى في ذاكرته كأعظم لحظة في حياته. وأبرق بالنتيجة إلى الرياضي ليتلوود Littlewood الذي كتب بدوره كلمة سريعة إلى برتراند راسل:

«عزيزي راسل: لقد تأكدت نظرية آينشتاين بصورة كاملة، إن مقدار الإزاحة التي تنبأ بها هي 72 ر1 بينما كانت الإزاحة المشاهدة 75 ر1+ - 06 ر» وتناقل زملاء الجمعية الملكية تلك الأخبار بسرعة ولهفة.

وهكذا أصبحت نظرية النسبية ضيقة واقعة، بفرعيها الخاص والعام. أما العلاقة بأن الطاقة تساوي الكتلة مضروبة في مربع سرعة الضوء فقد تم التحقق من صحتها - بالطبع - فيما بعد. وحتى الفكرة القائلة بأن الساعات تتحرك ببطء في حالات قد تميزت أخيرا بقدر صعب. ففي عام 1905 كتب آينشتاين مازحا عن تجربة مثالية لاختبار النظرية:

«إذا كانت لدينا ساعتان تشيران إلى نفس الوقت عند النقطة (أ) وتحركت إحداها على منحنى مغلق بسرعة ثابتة حتى تعود إلى نفس نقطة (أ) وهي عملية نفترض أنها تستغرق عدداً من الثواني فإن هذه الساعة عند وصولها إلى نقطة البداية (أ) ستكون قد تأخرت عدداً صغيرا من الثواني بالمقارنة مع الساعة التي لم تتحرك، ونستنتج من ذلك أن ساعة مثبتة على خط الاستواء ستكون أبطأ بزمن قليل جداً من ساعة مماثلة مثبتة في أحد قطبي الأرض.» [1]

توفى آينشتاين عام 1955 أي بعد نصف قرن من نشر بحثه العظيم عام 1905. ولكن عند وفاته كان بإمكان المرء قياس الزمن بدقة تصل إلى جزء من ألف مليون جزء من الثانية وبذا أصبح من الممكن التحقق من هذا الاقتراح الغريب: فكر في وجود شخصين، الأول عند القطب الشمالي والثاني عند خط الاستواء، وحيث إن الأخير يدور بسرعة تفوق سرعة دوران الشخص الأول، فإن النتيجة كون أن ساعته ستتأخر قليلا. وهو ما حصل بالفعل، وأمكن التأكد منه.

وقد قام بهذه التجربة شاب يدعى هـ. ج هاي في هارول ببريطانيا. فقد تخيل الأرض وقد ضغطت من الأعلى فأصبحت مسطحة كالصحن، بحيث يصبح القطب الشمالي في مركز الصحن، وخط الاستواء يمتد على حافته، وضع هاي ساعة دقيقة تقوم على مبدأ النشاط الإشعاعي عند حافة الصحن، وأخرى في مركزه، ثم أدار الصحن بسرعة، فالساعتان تقيسان الزمن إحصائياً عن طريق عد الذرات المشعة التي تتحلل. وقد وجد بالنتيجة أن ما تنبأ به آينشتاين صحيح، إذ أن الساعة الموجودة على حافة الصحن أبطأ من الساعة الموجودة في المركز، وهو أمر صحيح بالنسبة لكل صحن دوار أو كل قاعدة دوارة أيضا. وهكذا فإن الزمن يتقدم بالنسبة لمركز كل اسطوانة تدور على قرص الحاكي أكثر مما تتقدم به أطراف الإسطوانة.

ويمكن القول بأن آينشتاين قد خلق نظاما هو في الحقيقة فلسفي أكثر من كونه رياضياً. وكان يتمتع بعبقرية خاصة تمكنه من إيجاد الأفكار الفلسفية التي تؤدي إلى وجهة نظر جديدة في التجربة العملية. أو لم ينظر إلى الطبيعة كنظرة الله إليها، بل كنظرة باحث عن طريق أي كإنسان داخل فوضى الظواهر الطبيعية، آمن بوجود طراز عام يمكن إدراكه إذا نظر المرء إلى هذه الظواهر نظرة جديدة. قد كتب يقول في كتابه «العالم كما أراه»:

«لقد نسينا ما هي الملامح في عالم التجربة التي جعلتنا نكوِّن مفاهيم (غير علمية) ونتيجة لذلك نجد صعوبة ضخمة في أن نمثل لأنفسنا عالم التجربة دون الاستعانة بتلك المفاهيم وتفسيراتها التي سبق أن تكونت وصارت تراثاً قديما. وثمة صعوبة أخرى في أن لغتنا مرغمة على استخدام كلمات لا يمكن فصلها عن تلك المفاهيم البدائية. تلك هي العقبات التي تواجهنا عندما نحاول وصف الطبيعة الأساسية بمفهومها السابق غير العلمي عن الفضاء أو الحيِّز».

وهكذا ربط آينشتاين خلال حياته بين الضوء والزمن، والزمن والمكان أو الحيز، والطاقة والمادة، والمادة والمكان أو الحيز، والحيز والجاذبية. وفي أواخر حياته كان لا يزال يعمل على إيجاد وحدة بين الجاذبية والقوى الكهربائية والمغناطيسية. ولا أزال أذكره وهو يحاضر في قاعة مجلس الجامعة في كامبردج مرتديا صدرية صوفية قديمة وخفا منزليا دون جوارب.

ويخبرنا عن نوع الترابط الذي كان يحاول إيجاده في هذا الموضوع الأخير، والصعاب التي كانت تجابهه.

لم تكن تلك الصدرية وذلك الخف، وكذلك عدم ميله لاستعمال الجوارب والحزام مظاهر تكلف أو تصنع عنده إذ أن آينشتاين كان يبدو - إذا رآه أحد - تعبراً لقول وليم بليك: «اللعنة على الأحزمة، والبركة في الثياب المريحة». ولم يكن يعبأ بالنجاح والشهرة والتبجيل، كما لم يهتم بأن يبدو منسجما مع الناس. وفي أغلب الأوقات لم يكن على علم بما يتوقع من رجل في مكانته. وكان يكره الحرب والقسوة والنفاق، وفوق كل شيء كان يكره التعصب للرأي. غير أن كلمة الكراهية ربما لا تكون الكلمة المناسبة التي تعطي معنى الاشمئزاز الممزوج بالحزن الذي كان يشعر به آينشتاين تجاه ذلك التعصب. فقد كان يفكر بالكراهية، على أنها نوع من أنواع التعصب. وقد رفض أن يصبح رئيسا لإسرائيل لمثل تلك الاعتبارات والأسباب الإنسانية. وهذا معيار متواضع، لو تبناه الرؤساء الآخرون لما بقى أكثرهم على كراسي الحكم.

ويكاد يكون من الوقاحة التحدث عن ارتقاء الإنسان في حضرة شخصين: نيوتن وآينشتاين اللذين يبدوان وكأنهما نبيان: نيوتن من العهد القديم أما آينشتاين فيبدو كنبي العهد الجديد. لقد كان آينشتاين مفعما بالإنسانية والرحمة والتعاطف، وكانت نظرته إلى الطبيعة هي نظرة إنسان إلى شيء خلقه الله فأبدع خلقه، وهو الأمر الذي كان يكرره دائما، فقد كان مولعا بالحديث عن الله كقوله: «الله لا يلعب النرد»[2] و«الله ليس حقوداً» وغير ذلك كثير حتى إن عالم الفيزياء الدانمركي نيلز بور قال له ذات مرة «كف عن إبلاغ الله بما يفعله». ولم يكن هذا القول عادلا. ذلك أن آينشتاين كان مجرد إنسان استطاع أن يطرح أسئلة غاية في السهولة، وما بينته حياته وأعماله وأبحاثه هو أنه عندما تكون الإجابات بذات السهولة، فإننا نسمع قول الله تعالى.

# الهوامش

(1) 1/2 نصف الزمن مضروباً في مربع (سرعة حركة الساعة مقسومة على سرعة الضوء).
1/2 ز $(7/2)^2$

(2) أي أن الله تعالى لا يخلق الأشياء عبثاً أو صدفة.

# 7 الانطلاق نحو القوة

إن الثورات لا تصنعها الأحداث بل يصنعها الرجال. وأحيانا يكونون رجالا عباقرة يعملون بمفردهم. ولكن الثورات العظيمة التي حدثت في القرن الثامن عشر قام بها أناس أقل شأنا عملوا معا كفريق، والدافع لهم كان الاعتقاد بأن كل إنسان هو المسئول عن مصيره وإنقاذ نفسه.

إن من المسلم به الآن أن للعلم مسؤولية اجتماعية. ولكن هذه الفكرة لم تكن لتخطر على بال غاليليو أو نيوتن. فقد كان ظنهما أن العلم مجرد وصف للعالم كما هو، وأن المسئولية الوحيدة التي التزما بها هي أن يقولا الحقيقة، أما مفهوم العلم كمؤسسة اجتماعية فهو شيء حديث بدأ منذ الثورة الصناعية، ونستغرب عدم وجو أثر للمعنى الاجتماعي قبل ذلك، لأننا نظن واهمين أن الثورة الصناعية أنهت عصرا ذهبياً.

إن الثورة الصناعية سلسلة طويلة من التغيرات، بدأت حوالي عام 1760. وهي ليست الثورة الوحيدة: فهي إحدى ثلاث ثورات، وكانت الثورتان الأخريان، الثورة الأمريكية التي بدأت عام 1775، والثورة الفرنسية التي بدأت عام 1789. وقد يبدو غريبا أن نجمع في نفس الحزمة ثورة صناعية مع ثورتين

سياسيتين، ولكن واقع الأمر أن هذه الثورات الثلاث جميعا كن ثورات اجتماعية، وكل ما في الأمر أن الثورة الصناعية - ببساطة - كانت الأسلوب الإنجليزي في تحقيق تلك التغيرات الاجتماعية، ولذلك فإنني أفكر بها كما لو كانت الثورة الإنجليزية.

ما الذي يجعل هذه الثورة إنجليزية السمة بشكل خاص ؟ من الواضح أولا إنها انطلقت من إنجلترا، التي كانت الدولة الصناعية الرئيسية في ذلك الوقت، ولكن الصناعة تلك كانت صناعة منزلية، والثورة الصناعية تبدأ في القرى، والرجال الذين يقومون بها هم حرفيون: كالغني الذي يبني الطواحين، وصانع الساعات، وباني القنوات، والحداد، إن الذي يجعل الثورة الصناعية ذات صفة إنجليزية مميزة هو أن جذورها بدأت في الريف.

فخلال النصف الأول من القرن الثامن عشر كان نيوتن عجوزاً هرماً، وكانت الجمعية الملكية في حالة انحلال، وكانت إنجلترا تنعم بنتاج ازدهار الصناعة القروية وتجارة التجار المغامرين فيما وراء البحار، وخبا ذلك الازدهار، إذ أصبح التنافس شديداً في مجال التجارة، وفي نهاية ذلك القرن أصبحت متطلبات الصناعة أكثر شدة وإلحاحاً، فلم يعد نظام العمل في المنازل الريفية ذا مردود كاف، وخلال جيلين - وبوجه التقريب بين عامي 1760 و1820 - تبدلت الطرق التقليدية في إدارة الصناعة، فقبل عام 1760 كان من المعتاد أن تذهب بالعمل إلى القرويين في بيوتهم، ولكن مع حلول عام 1820 أصبح الأمر المعتاد إحضار العمال إلى المصانع والإشراف عليهم.

إننا نحلم أن الريف الإنجليزي كان موئل السرور في القرن الثامن عشر، مثل فردوس مفقود كما في «القرية المهجورة» التي وصفها أوليفر غولد سميث عام 1770:

«قرية اوبورن الحلوة، أجمل قرية في السهل،
حيث الصحة والوفرة تثير سرور الفلاح المجهد»

وما ذلك إلا خرافة كبيرة - فقد عرف جورج كراب الذي كان قسيسا ريفيا - حياة القرويين معرفة مباشرة وثيقة، وقد أثارت قصيدة غولد سميث غضبه العنيف حتى انه كتب قصيدة واقعية مليئة بالتهكم رداً عليها:

«نعم، هكذا تغني جنيات الشعر عن الفلاح السعيد،

لأنهن لم يعانين آلامه أبدأ. فالعمل يضنيه ويهزمه والزمن
يحني ظهره فهل تشعرون أنتم بالإطراء الفارغ في
كلام موزون ؟»

لقد كان الريف مكانا يعمل فيه الناس منذ الغسق حتى الظلام. ولم يكن العمال يعيشون تحت الشمس، بل في الظلام والفاقة والفقر. كما أن الأدوات المساعدة التي قد تخفف من عبء العمل كانت قديمة جدا، كالطاحونة التي كانت قديمة حتى في أيام الشاعر شوسر، والثورة الصناعية بدأت بآلات كهذه، فقد كان فنيو الطواحين وبناتها مهندسي المستقبل. وبدأ جيمس بريندلي - من أهالي ستافورد شاير - مهنته التي تعلمها بنفسه عام 1733، وذلك من خلال عمله في عجلات الطاحونة، وكان عمره آنذاك سبعة عشر عاما، قروي ولد فقيرا.

وكانت التحسينات التي أدخلها بريندلي عملية: فقد حسن أداء العجلة المائية كآلة[1]، وأصبحت بهذا التحسين أول آلة متعددة الأغراض تستعمل في الصناعات الجديدة. كما عمل بريندلي أيضا على تحسين شحذ صخور الصوان التي استعملت في صناعة الفخاريات وكانت قد بدأت تزدهر في ذلك الوقت.

وبحلول عام 1750 كان هنالك في الجو تحسين أكبر. فقد أصبحت المياه عنصراً هاماً بالنسبة للمهندسين، اخذ بها كثير من الناس أمثال بريندلي، وكانت هذه المياه تتدفق وتجري في كل أنحاء الريف، ولم يكن هذا الماء مجرد مصدر للطاقة، بل كان موجة جديدة من الحركة، وكان جيمس بريندلي أيضا أحد الرواد في مجال بناء القنوات، أو في علم «الملاحة» كما كانت تسمى في تلك الحقبة.

بدأ بريندلي دون أن يكلفه أحد، ومدفوعا باهتمامه الشخصي، في مسح الممرات المائية التي كان ينتقل عبرها في متابعته لمشاريعه الهندسية المتعلقة بالمطاحن والمناجم، وطلب منه دوق بلدة بردج - واتر أن يبني قناة لنقل الفحم من مناجم الدوق في ورسلي إلى مدينة مانشستر المتنامية، وقد كان تصميم تلك القناة مدهشاً وسابقاً لعصره كما يتبين من تقرير ورد في صحيفة مانشستر مير كوري عام 1763:

«لقد كنت أشاهد في الفترة الأخيرة العجائب الصناعية في لندن

والعجائب الطبيعية في بيك، ولكن أيا مما لم يدخل السرور إلى نفسي مثلما فعلت ممرات الدوق المائية في بردج واتر. فلقد أدخل مصممها الفذ السيد بريندلي تعديلات وتحسينات مذهلة على هذه الطريقة في النقل، إذ أقام ممراً مائياً عند جسر بارتون معلقاً في الهواء، يرتفع حتى قمم الأشجار. وبينما كنت أتفحصه بمزيد من الدهشة والبهجة مرت فيه أربعة مراكب نقل مائية خلال فترة لا تزيد عن ثلاث دقائق، وقد ربط اثنان منهما بسلسلة مع بعضهما، وكان يجرهما حصانان يسيران على ضفة القناة حيث لم أكن أجرؤ على السير لأنني كنت أرتجف خوفا لمجرد النظر إلى النهر الزاخر بالمياه الذي يسير من تحتي. وعند التقاء كورنر بروك بقناة الدوق، على بعد ميل من مانشستر، صنع عمال الدوق رصيفاً يبيعون عليه الفحم بسعر (5ر3) بنس للسلة الواحدة.. وهم عازمون على نقل ذلك الفحم إلى مانشستر في الصيف القادم.»

وبعد تلك العملية قام بريندلي بوصل مانشستر مع ليفربول بطريقة أكثر جرأة. وكان مجموع ما أنشأه بريندلي من الممرات المائية النهرية المنتشرة في جميع أرجاء إنجلترا يبلغ حوالي أربعمائة ميل.

وثمة أمران بارزان في عملية خلق نظام الممرات المائية الإنجليزي، يميزان الثورة الصناعية بمجموعها، أولها أن الناس الذين صنعوا الثورة كانوا أناسا عمليين، فهم - مثل بريندلي - لم يتلقوا سوى القليل من التعليم، وفي الواقع لم يكن للتعليم المدرسي، - كما كان آنذاك - من أثر سوى جعل الفكر المخترع المبدع بليداً. فالمدارس الثانوية التي كانت تعد الطلبة للجامعات لم يكن بوسعها - بحكم القانون - أن تعلم سوى المقررات التقليدية التي أنشئت من أجلها. أما الجامعات (ولم يكن هنالك سوى اثنتين: في أوكسفورد، وكامبردج) فلم تكن لتهتم بالدراسات الحديثة أو العملية، كما أنها كانت لا تقبل طلبة من غير أتباع الكنيسة الإنجليزية.

أما السمة المميزة الأخرى فهو أن الابتكارات الجديدة كانت للاستعمال اليومي. فلقد كانت القنوات بمثابة شرايين المواصلات، فهي لم تنشأ من أجل قوارب المتعة والنزهة بل لنقل البضائع والمواد. ولم تكن قوارب الشحن التي تستعمل هذه الممرات المائية مخصصة لنقل الكماليات، بل لنقل القدور وآنية الطبخ وأثواب القماش وصناديق الأشرطة وكل الأشياء العادية

الرخيصة الثمن التي يشتريها الناس. فقد كانت هذه الأشياء تصنع في القرى التي أخذت تنمو إلى بلدان ومدن صغيرة، بعيداً عن لندن، لقد كانت تجارة شاملة كل أرجاء إنجلترا.

نشأت التكنولوجيا وتطورت في إنجلترا بهدف استعمالها في كل أنحاء البلاد بعيداً عن العاصمة. وهذا ما لم تكنه التكنولوجيا في قاعات القصور المظلمة في أوربا. فمثلا كان الفرنسيون والسويسريون بذكاء الإنجليز(وأشد حذقا وإبداعاً منهم) في صنع الألعاب العلمية، لكنهم أسرفوا في تركيز ذلك الحذق الدقيق على صناعة لعب لعملائهم الأغنياء والأمراء والملوك. وتعتبر الدمى المتحركة - التي قضوا سنوات في صنعها - أروع ما صنعه الإنسان في ميدان الحركة الانسيابية. وكان الفرنسيون أول من اخترع تحريك جهاز حركة آلية ذاتية، أي فكرة جعل كل مرحلة من مراحل الحركة المتتابعة تتحكم في التي تليها، وحتى الأسلوب الحديث في التحكم بالآلات عن طريق البطاقات المثقبة، كان قد صممه الفرنسي جوزيف مارى جاكار حوالي عام 1800 من أجل أنوال حياكة الحرير في مدينة ليون. ولكن هذا الاختراع القديم ذبل ولم يزدهر حينئذ بسبب استعماله في خدمة الرفاهية.

وكان من الممكن لمهارة دقيقة من هذا النوع أن تسبب ارتقاء صاحبها وتقدمه ولكن في الفترة التي سبقت الثورة في فرنسا، فصانع الساعات بيير كارون الذي ابتكر منظم حركة القرص المسنن في الساعة جلب السرور للملكة ماري أنطوانيت، وارتفع شأنه في البلاط وأصبح الكونت بومارشيه. وكان يتمتع بمواهب أدبية وموسيقية أيضا، وكتب فيما بعد مسرحية بنى الموسيقار موزارت على أساسها أوبرا «زواج فيغارو» ومع أن مسرحية هزلية كهذه لا تبدو مصدرا يعتمد عليه في معرفة التاريخ الاجتماعي لأمة ما، إلا أن المؤامرات والدسائس التي حيكت في هذه المسرحية وحولها تبين مبلغ النجاح الذي حققه أصحاب المواهب في «بلاطات أوربا» في تلك الفترة.

وتبدو مسرحية زواج فيغارو، - لأول وهلة - مثل مسرح عرائس فرنسي مليء بآلات وأجهزة سرية، ولكن واقع الأمر أنها إشارة عاصفة مبكرة للثورة. وكان للكونت بومارشيه حس سياسي لما يمكن أن يحدث، كما كان حريصا على ألا يلوث اسمه. واستخدمه وزراء المملكة في عمليات مزدوجة النفع فبموجب تعليماتهم كان طرفا في صفقة أسلحة سرية للثوار الأمريكيين

بغية مساعدتهم في حربهم ضد الإنجليز، وكان الملك يعتقد أنه كان يتبع سياسة ميكيافيلية، وتوقع أن يكون بوسعه الحفاظ علي مثل هذه الخطط السياسية للتصدير فقط. بيد أن بومارشيه كان اكثر حساسية ودهاء إذ استطاع أن يشم رائحة الثورة متجهة نحو فرنسا، والإيحاء الذي ضمنه شخصية فيغارو الخادم، إنما هو فكر ثوري.

إن أغنية موزارت الشهيرة، «أيها الكونت الصغير، يمكنك أن ترقص ولكنني سأعزف موسيقى الرقص» تعتبر تحديا. وبكلمات بومارشيه تقول الأغنية على لسان فيغارو:

«كلا، يا سيدي الكونت، لن تستطيع الحصول عليها، لن تستطيع! ألأنك نبيل عظيم تعتقد بأنك عبقري ؟ إن نبل المحتد والثروة، والأمجاد، ومكاسب المنصب. كل ذلك يجعل المرء فخوراً جداً. ولكن ماذا عملت كي تحل عليك كل هذه النعم؟ لاشي أكثر من أنك تجشمت عناء النزول من رحم أمك. وما عدا ذلك فأنت شخص عادي».

«لقد بدأت مناظرة عامة عن طبيعة الثروة. وربما إنه ليس من الضروري للمرء - كي يشترك في هذه المناظرة - أن يملك شيئاً، وبما أنني مفلس تماماً، فقد كتبت عن قيمة النقود والفائدة. وفي تلك اللحظة.. وجدت نفسي أنظر إلى بوابة السجن. فالكلام الفارغ عندما يطبع لا يكون خطراً إلا في البلاد التي تكون فيها قيود على التداول الحر للمطبوعات، فبدون الحق في الانتقاد يصبح المديح، والإعجاب أو التقدير، عديمي القيمة.»

إن هذا نموذج لما كان يجري تحت مظاهر الأناقة والثراء في المجتمع الفرنسي، الذي كان يتمسك بالشكليات الرسمية إلى حد كبير.

ويبدو اليوم أن من غير المعقول أن يعتبر في ذلك الزمن مشهد الحديقة في المسرحية الغنائية «زواج فيغارو» والأغنية التي ينعت فيها فيغارو سيده بالكونت الصغير أمراً ثورياً. ولكن علينا أن نأخذ بعين الاعتبار متى كتبت تلك العبارات، فقد أنهى بومارشيه كتابة مسرحية «زواج فيغارو» حوالي عام 1780. ثم احتاج أربع سنوات من النضال ضد عدد كبير من رقباء المطبوعات على رأسهم لويس السادس عشر نفسه، حتى سمح بتقديمها على المسرح، وعندما قدمت لأول مرة، كانت فضيحة عمت أوربا كلها. ولم يستطع موزارت أن يقدمها في فيينا عام 1786 إلا بعد أن حولها إلى مسرحية

غنائية (أوبرا)، وكان موزارت في ذلك الوقت في الثلاثين من عمره. وبعد ثلاث سنوات - أي في عام 1789 - اندلعت الثورة الفرنسية.

هل خلع لويس السادس عشر من عرشه، ثم قطع رأسه بسبب «زواج فيغارو»؟ كلا بالطبع. فالأدب الساخر ليس قنابل اجتماعية، ولكنه مؤشر اجتماعي: فهو يبين أن ثمة أناسا جددا يقرعون الباب. فما الذي جعل نابليون يسمي الفصل الأخير من المسرحية «الثورة فعلا» ؟ إنه بومارشيه نفسه متقمصا شخصية فيغارو ومشيراً إلى الكونت بقوله: «لأنك من فئة النبلاء العظام، تظن أنك عبقري عظيم. انك لم تقم بأي جهد في سبيل أي أمر سوى ولادتك.»

كان بومارشيه يمثل أرستقراطية مختلفة ذات موهبة عاملة كصناع الساعات في عصره، والبنائيين في الماضي، والطباعين. ترى ما الذي أثار حماس موزارت حول هذه المسرحية؟ إنه ذلك الحماس الثوري، الذي كان يتمثل بحركة البنائين الأحرار التي كان ينتمي إليها، والتي مجدها في مقطوعته الشهيرة «الناي السحري» وكانت حركة البنائين الأحرار آنذاك جمعية ناهضة وسرية، وكانت أهدافها غير المعلنة العمل ضد السلطة وضد رجال الدين. وبما إنه كان معروفا أن موزارت عضو فيها فقد كان من الصعوبة بمكان إحضار كاهن إليه وهو على فراش الموت عام 1791. وكان أعظم هؤلاء البنائين - في ذلك العصر - هو الطباع بنجامين فرانكلين. وكان مبعوثا أمريكيا في فرنسا كسفير لدى بلاط لويس السادس عشر عام 1784، عندما مثلت مسرحية زواج فيغارو لأول مرة. ويمثل بنجامين فرانكلن، - أكثر من أي شخص آخر - أولئك المتطلعين دوما إلى الأمام، ذوي الشخصيات القوية والمؤثرة في الأحداث، الواثقين من أنفسهم والمندفعين، الذين صنعوا العصر الجديد.

كان بنجامين فرانكلين يتمتع بحظ عجيب، فعندما ذهب لتقديم أوراق اعتماده إلى البلاط الفرنسي عام 1778، تبين في اللحظة الأخيرة أن الملابس الرسمية والشعر المستعار الخاص بتلك المناسبة ضيقة عليه ولا يستطيع ارتداءها. ولذا ذهب بجرأة إلى القصر بشعره الطبيعي، حيث رحب به على أنه ابن الطبيعة القادم من الغابات المتخلفة!

وكانت كل تصرفاته تحمل طابع الإنسان الذي يعرف رأيه وفكره ويستطيع

أن يعبر عنهما بكل جرأة ووضوح، وكان ينشر تقوما سنويا دعاه «تقويم ريتشارد الفقير» كان مليئا بالمقولات التي أصبحت في المستقبل أمثالا كالمقولات التالية: «الجوع لا يعرف خبزاً سيئاً،،إذا أردت أن تعرف قيمة المال فحاول أن تستدين بعضاً منه». وقد كتب بنجامين فرانكلين عن هذا التقويم يقول: «لقد نشرت هذا التقويم أول مرة عام 1732.. وتابعت نشره لمدة خمس وعشرين سنة وحاولت أن أجعله مسليا ومفيداً معاً. ولهذا فقد اشتد الطلب عليه، فجنيت من ذلك أرباحاً جيدة، إذ كنت أبيع منه حوالي عشرة آلاف نسخة سنويا. ومن النادر أن تجد حياً في المقاطعة ليس فيه نسخة منه، وأعتبر هذا التقويم وسيلة مناسبة لبث التعليم والإرشاد بين عامة الناس، الذين نادراً ما اشتروا أي كتاب آخر».

وبمناسبة ارتفاع أول بالون يملأ بالهيدروجين في باريس عام 1783، رد بنجامين فرانكلين على أولئك المشككين في الاختراعات الجديدة، قائلا: «ما فائدة الطفل عندما يولد؟». في هذا الجواب المقتضب تتركز طبائع فرانكلين: التفاؤل، الواقعية، البلاغة في القول، وأجوبة كهذه تبقى في الذاكرة لفترة طويلة، لدرجة أن عالما اكبر هو مايكل فإرادي استعمل العبارة السابقة ذاتها في القرن التالي، وكان فرانكلين شديد الاهتمام بطريقة التعبير في القول، فقد صنع أول نظارة ذات عدستين (لكل منهما بعده البؤري)، وذلك بنشر عدساته إلى نصفين، النصف الأسفل للقراءة والأعلى للرؤية، لأنه لم يكن يستطيع متابعة الحديث باللغة الفرنسية في البلاط إلا إذا كان ب,سعه مراقبة التعبيرات التي تبدو علي وجه المتحدث.

وكان لفرانكلين وأمثاله هوى للمعرفة الفكرية. وعندما ينظر المرء إلى هذا العدد الضخم من منجزاته الرفيعة التي امتدت خلال حياته كمنشوراته ورسوماته الساخرة الهادفة والأطر الثابتة في المطابع، يذهل من اتساع عقله المبتكر وخصوبته. وفي ذلك الوقت كانت الكهرباء تسلية العصر العلمية. وكان فرانكلين يحب اللعب واللهو والمزاح الدرجة أنه كان يعتبر غير مؤدب)، بيد أنه كان يتعامل مع الكهرباء بجدية، لإدراكه أنها إحدى القوى في الطبيعة. وقد اقترح أن البرق ذو طبيعة كهربائية، ثم برهن على ذلك عام 1752، وكيف يمكن لرجل مثل فرانكلين أن يثبت فرضية كهذه؟ بتعليق مفتاح حديدي في أسفل الحبل الذي يربط الطائرة الورقية التي يلعب بها الأولاد

عادة، وإجراء التجربة في يوم اشتدت فيه العواصف الرعدية! وبما أن المجرب هو فرانكلين المحظوظ فلم تقتله الصاعقة، ولكن الذين أعادوا التجربة لاقوا حتفهم. وبالطبع فقد حول نتيجة هذه التجربة إلى اختراع عملي تمثل في مانعة الصواعق، وجعلها تلقى الضوء على نظرية الكهرباء أيضا، وكان رأي فرانكلين أن الكهرباء كلها من نوع واحد وليست - كما كان يعتقد آنذاك - مكونة من «سائلين» مختلفين.

وثمة ملاحظة هامشية حول اختراع مانعة الصواعق، تذكرنا مرة أخرى أن التاريخ الاجتماعي يكن أحياناً في أماكن غير متوقعة. فلقد توصل فرانكلين بفكره - وكان محقا - إلى أن هذه المانعة تقوم بدورها على أحسن وجه، إذا كانت نهايتها رفيعة حادة، ولكن بعض العلماء خالفوا ذلك مدعين أن النهاية المكورة أفضل. وطلب إلى الجمعية الملكية في إنجلترا أن تكون حكما في ذلك الخلاف. ولكن هذه المجادلة العلمية سويت على مستوى أرفع واكثر بدائية، فقد أمر الملك جورج الثالث، في فورة غضبه على الثورة الأمريكية، أن تجهز كل الأبنية الملكية بمانعات صواعق ذات رؤوس مكورة، وغالبا ما يكون التدخل السياسي في الأمور العلمية مأساويا.

لقد عاش فرانكلين وأصدقاؤه العلم، فقد كان شغلهم الشاغل فكراً وعملا.

وكان فهم الطبيعة مصدر سرور عملي شديد لهم. ولقد كانوا رجالا، يحتلون مراكز هامة في المجتمع؟ فقد كان فرانكلين رجلا سياسياً، سواء أطبع أوراقاً مالية أم منشورات لاذعة لا حد لها، وكانت سياسته عملية وموضوعية مثل تجاربه. فقد غير المقدمة المنمقة لوثيقة إعلان الاستقلال وجعلها مقدمة تتسم بالثقة والبساطة: «إننا نعتقد أن هذه الحقائق واضحة بذاتها، فالناس جميعا خلقوا متساوين». وعندما نشبت الحرب بين إنجلترا والثوار الأمريكيين، كتب رسالة نارية صريحة إلى سياسي إنجليزي كان صديقا له:

«لقد بدأتم بحرق مدننا. انظروا إلى أيديكم. إنها ملطخة بدماء أقاربكم».

وأصبح وميض النار الأحمر صورة للعصر الجديد في إنجلترا. وتجلى ذلك في مواعظ جون وسلي وفي حمرة السماء الناجمة عن أفران الثورة الصناعية كتلك التي كانت تبدو في سماء أبيدال في مقاطعة يوركشاير،

إحدى المراكز الأولى لصناعة الحديد والفولاذ الجديدة في إنجلترا، وكان سادة الصناعة في ذلك الوقت عمال الحديد المهرة، وكانوا رجالا أقوياء، ذوي أثر أكبر من أحجام أجسامهم، وأشكالهم شيطانية المظهر، وكانت الحكومة تشتبه بحق بأن هؤلاء الرجال يؤمنون بأن الناس خلقوا متساوين. ولم يعد العمال في الشمال والغرب عمال مزارع، بل أصبحوا الآن مجتمعا صناعيا. وكان الواجب أن يقبضوا أجورهم نقدا لا عينا، غير أن الحكومات في لندن كانت بعيدة عن ذلك، ورفضت أن تسك مقداراً كافياً من قطع العملة المعدنية الصغيرة، فما كان من أصحاب أعمال الحديد المهرة - من أمثال جون ويلكنسون - إلا أن سكوا عملتهم المعدنية، وعليها صورهم، لا صورة الملك لاستعمالها في دفع أجور العمال. ودق ناقوس الخطر في لندن: هل كانت هذه مؤامرة جمهورية ضد الملكية؟ كلا، لم تكن مؤامرة. ولكنه كان صحيحا أن الاختراعات الجديدة أتت من عقول متجددة متحررة. وهكذا كان أول نموذج لجسر حديدي عرض في لندن، قد اقترحه توم باين الذي كان شخصا ثوري النزعة معروفا في أمريكا وإنجلترا على السواء بأنه مناصر لحقوق الإنسان.

وفي تلك الأثناء بدأ الحديد الصب يُستعمل استعمالات جديدة ثورية من عمال الحديد المهرة أمثال جون ويلكنسون. فقد بنى ولكنسون أول قارب حديدي عام 1787، وتباهى بأن هذا القارب سيحمل تابوته بعد موته. وفعلا فقد دفن في تابوت حديدي عندما مات عام 1808، وأبحر به القارب ماراً تحت جسر حديدي، كان ولكنسون قد ساعد في بنائه عام 1779، و يقع هذا الجسر قرب مدينة في مقاطعة شروبشاير، لا تزال تدعى «الجسر الحديدي».

ويحق لنا أن نتساءل: هل نافست هندسة الحديد الكاتدرائية وبدأت تحل محلها؟ أجل.

فقد كان ذلك العهد عصرا بطولياً. ومن الذين شعروا بذلك وأدركوه توماس تلفورد الذي ملأ أرض إنجلترا بالحديد، وقد ولد تلفورد راعيا فقيرا، ثم عمل كبناء متنقل، وأصبح بجهده الشخصي مهندس طرق وقنوات مائية، كما كان أيضا صديقاً للشعراء، وتشهد قناة لانغولين المارة فوق نهر «دي» بأن تلفورد كان عاملاً ماهراً في حديد الصب على المستوى الضخم.

ولنصب الثورة الصناعية أبهة وفخامة رومانية، هي أبهة الرجال الجمهوريين.

و يصور عادة الرجال الذين صنعوا الثورة الصناعية على أنهم رجال أعمال، ذوو وجوه صارمة لا دافع لهم سوى مصالحهم الذاتية، وهذه الصورة خاطئة بالتأكيد، ذلك أن معظمهم كانوا مخترعين في الأصل، وعن هذا الطريق دخلوا معترك رجال الأعمال. كما أن غالبيتهم لم تكن منتمية إلى الكنيسة الإنجليزية بل كانوا ينتمون إلى جماعة النقاء المتزمت في المذهب التوحيدي أو إلى حركات مشابهة. وكان جون ويلكنسون خاضعاً لتأثير زوج أخته جوزيف بريستلي الذي اشتهر فيما بعد ككيميائي لامع، ولكنه كان من القساوسة التوحيديين، وربما كان رائدا لمبدأ: «السعادة العظمى لأكبر عدد».

كان جوزيف بريستلي - بدوره - مستشاراً علمياً لجوشيا ودجوود الذي ننظر إليه عادة على أنه الرجل الذي صنع أواني الموائد البديعة للطبقة الأرستقراطية وللبلاط، ولكنه صنع تلك الأواني في مناسبات نادرة، عندما كان يكلف بذلك بشكل خاص. فقد صنع مثلا، عام 1774 مجموعة مائدة بلغت قرابة ألف قطعة مزينة بالرسوم لقيصرة روسيا كاترين الكبيرة، وبلغ ثمنها ما يزيد على 2000 جنيه إسترليني. وهو مبلغ ضخم بالنسبة لعملة تلك الأيام. ولكن أساس تلك المجموعة كان فخاره الخاص، والحقيقة أن كلفة ألف القطعة بدون رسوم الزينة لم تزد على خمسين جنيها إسترلينيا، ومع ذلك كان مظهرها ملكيا من كل ناحية فيما عدا - ربما - الرسوم الريفية الشاعرية، وقد كان فخار ودجوود الذي يعرف باسم زبدة الفخار قد جعله مشهوراً وثرياً رغم أنه لم يكن من البورسلان وإنما فخار من طين أبيض للاستعمال العادي، وكان من النوع الذي كان بوسع الرجل العادي شراؤه بسعر شلن للقطعة الواحدة. ومع الزمن كانت تلك الأواني هي التي غيرت وحورت مطابخ الطبقة العاملة أثناء الثورة الصناعية.

كان ودجوود رجلا فذاً، ذا عقل مبتكر في مهنته في الأساليب العلمية التي جعلت صناعته أكثر دقة أيضاً، فقد اخترع طريقة لقياس درجات الحرارة العالية في الأتون الذي يشوي فيه مصنوعاته الفخارية، وكانت تلك الطريقة عبارة عن مقياس تمدد منزلق تتحرك فيه قطعة فخارية اختبارية، وتجدر الإشارة إلى أن قياس درجات الحرارة العالية مشكلة صعبة وقديمة واجهها العاملون في صناعة السيراميك والمعادن، وقد كان من المناسب

(كما كانت الأمور تسير وقتها) أن ينتخب ودجوود عضواً في الجمعية الملكية.

لم يكن جوشيا ودجوود الاستثناء من القاعدة إذ كان هناك عشرات الرجال مثله، وقد كان عضواً في مجموعة مؤلفة من حوالي اثني عشر رجلا أطلقوا على أنفسهم «جمعية برمنجهام القمرية». (ولم تكن برمنجهام المدينة التي نعرفها اليوم، بل مجموعة من القرى الصناعية المتفرقة). وقد اتخذوا ذلك الاسم لأنهم كان يجتمعون عندما يكتمل القمر بدراً. واختير ذلك الموعد كي يتمكن الناس أمثال ودجوود - الذين كانوا يأتون من مسافات بعيدة - من السفر بسلام عبر الطرق الوعرة التعسة التي كانت خطرة في الليالي المظلمة.

ولكن ودجوود لم يكن أهم الصناعيين في هذه الجمعية، إذ أن أهم الصناعيين كان ماثيو بولتون الذي جلب جيمس واط إلى برمنجهام حيث كان بوسعهما صنع الآلة البخارية. وكان بولتون مغرماً بالحديث عن القياس وكان يقول إن الطبيعة قد قدرت أن يكون مهندساً لأنها جعلته يولد عام 1728، لأن ذلك الرقم يمثل عدد البوصات المكعبة الموجودة في القدم المكعب! وكان الطب مهما في جمعية برمنجهام القمرية أيضاً، إذ كانت هنالك إنجازات وتطورات جديدة في ذلك المجال. وكان الطبيب ويليام وذرنغ قد اكتشف استعمال دواء منشط للقلب من نبات ديجتالس. ومن بين الأطباء المنتسبين للجمعية، الذين ظلوا مشهورين بعد ذلك، ايراسموس داروين، جد تشارلز داروين. وكان ودجوود نفسه جد داروين الآخر. إن الجمعيات من أمثال جمعية برمنجهام القمرية تمثل حسّ الذين عملوا الثورة الصناعية (وهو حس إنجليزي محض) في أن عليهم مسئولية اجتماعية. ولعل تسميتي لذلك الحس بالحس الإنجليزي ليس عادلا تماماً. ذلك أن هذه الجمعية تأثرت كثيراً ببنجامين فرانكلين وغيره من الأمريكيين الذين كانت لهم علاقة بها، والشعور السائد لدى أعضاء هذه الجمعية كان الإيمان البسيط بأن الحياة الجيدة تشمل أكثر من الكفاية المادية، ولكنها يجب أن تقوم على قاعدة من الكفاية المادية.

وقد استغرق الأمر مائة عام قبل أن تصبح أهداف الجمعية القمرية المثالية حقيقة واقعة إبان العهد الفكتوري في إنجلترا. وعندما حصل ذلك

أصبحت تلك الحقيقة عادية وحتى مضحكة، كما كانت البطاقة المصورة في ذلك العهد. ومن المضحك أن يظن المرء أن لبس الملابس الداخلية القطنية واستعمال الصابون يمكن أن يؤدي إلى تحول كبير في حياة الفقراء.

ومع ذلك فإن هذه الأمور البسيطة مثل الفحم في الموقد الحديدي، والزجاج في النوافذ، وإمكانية اختيار الطعام، أدت إلى ارتفاع باهر في مستوى المعيشة والصحة. وكانت المدن الصناعية بالقياس بمستوياتها الحالية عبارة عن أحياء قذرة متداعية الأبنية مزدحمتها، ولكن - رغم ذلك - بالنسبة للناس الذين قدموا من الأكواخ الريفية، كان العيش في بيت منفصل ضمن صف طويل من تلك البيوت تحررا من الجوع والقذارة والمرض. وكانت تلك البيوت توفر بدائل عديدة يستطيع المرء أن يختار من بينها ما يريد بحرية. وتبدو لنا الآن غرفة النوم في ذلك العهد وقد علق على جدارها آية من الكتاب المقدس أو حكمة شيئا مثيرا للشفقة، ولكنها بالنسبة لزوجة العامل كانت أول تجربة في أن يكون لها مكان خاص تشعر فيه بشيء من الكرامة. ومن المحتمل أن يكون استعمال السرير الحديدي قد أنقذ نساء من حمى النفاس اكثر مما فعلت «حقيبة الطبيب السوداء»، التي كانت بحد ذاتها ابتكاراً طبيا في ذلك الوقت.

وقد تأتت هذه الفوائد - بالطبع - من عملية الإنتاج بكثرة في المصانع، وكان نظام تلك المصانع مرعبا. وكل ما يذكر عن ذلك في الكتب المدرسية صحيح، ولكنه كان مرعبا بأسلوب قديم وتقليدي، ذلك أن المناجم «والورش» الصناعية كانت رطبة ومزدحمة، يسودها الاستبداد والقهر قبل الثورة الصناعية بوقت طويل، وكل ما فعلته المصانع الجديدة أنها تابعت الأسلوب الذي كان متبعا في صناعة القرية من احتقار العاملين فيها دون شفقة.

ولم يكن التلوث الناجم عن هذه المصانع جديدا أيضا، فهنا أيضا كان ذلك تراثا من المنجم و«الورشة» وقد كانتا دوما مصدر تلويث لبيئة العمال. ونذهب إلى القول بأن التلوث أمر جديد، ولكنه ليس كذلك. انه تعبير آخر عن اللامبالاة غير الأخلاقية تجاه الصحة والحياة اللائقة التي كان من نتائجها أن كان الطاعون زائرا سنويا في القرون الماضية.

إن الشر الجديد الذي جعل المصنع مكانا مرعبا أمر مختلف تماما، فقد كان سيطرة سرعة الآلة على العمال والتحكم بهم. إذ أنه لأول مرة

أصبح العمال يساقون بنظام وتوقيت غير إنساني: فقد كانت الطاقة تستمد أولا من قوة الماء، ثم من البخار، و يبدو لنا أنه جنون (وكان جنونا وقتها) أن تدور رؤوس أصحاب المصانع بالطاقة المتدفقة دون توقف من مراجل تلك المصانع، وهكذا بدأ التبشير بأخلاقيات جديدة، فأصبحت الخطيئة الكبرى وفقها ليست ارتكاب المعاصي أو القسوة، بل البطالة. وحتى مدارس الأحد حذرت الأطفال قائلة:

«لا يزال الشيطان قادرا على إيجاد بعض الأذى،

كي تقوم به الأيدي العاطلة عن العمل».

لقد كان تغير مقياس معدل الزمن في المصانع أمرا مرعبا ومخربا ولكن تغيير مقياس القوة أو الطاقة فتح أبواب المستقبل، فعلى سبيل المثال: بنى ماثيو بولتون - من الجمعية القمرية - مصنعا نموذجيا بديعا لأن نوع العمل المعدني فيه يعتمد على مهارة الحرفيين المهرة، والى هنا جاء جيمس واط ليبني الآلة التي تمثل كل القوة والطاقة أي المحرك البخاري. ذلك أنه في هذا المصنع فقط، كان يمكن لجيمس واط أن يجد معايير الدقة الضرورية لجعل الآلة محكمة السد تماما لضبط البخار الذي يحرك مكابسها.

وفي عام 1776 كان بولتون شديد الغبطة بالمشاركة الجديدة مع جيمس واط لبناء المحرك البخاري. وعندما جاء جيمس بوسويل[2] ليقابل بولتون ذلك العام قال له بولتون بفخر: «سيدي، إنني أبيع هنا ما يرغب به العالم كله: القوة». ويا لها من عبارة رائعة، وصحيحة أيضا.

أصبحت القوة شغل الناس الجديد، وبمعنى معين كانت فكرة جديدة في العلم. فقد ظهر أن الثورة الصناعية - أو الثورة الإنجليزية بالأحرى - كانت مكتشفة القوة. وبدأ البحث عن مصادر جديدة للطاقة في الطبيعة: الرياح، الشمس، الماء، البخار، الفحم. وفجأة برز سؤال حاسم: لماذا كل هذه المصادر واحدة، وماذا يربط بينها؟ سؤال لم يخطر على بال أحد من قبل. فحتى ذلك الوقت كان اهتمام العلم منصبا على استكشاف الطبيعة كما هي. أما الآن فقد برزت الفكرة الحديثة لتحويل الطبيعة من أجل الحصول على الطاقة منها، وتحويل شكل من أشكال الطاقة إلى آخر، ووصلت إلى مقدمة واجهة العلم. وبشكل خاص تبين أن الحرارة شكل من أشكال الطاقة، وأنها تتحول إلى أشكال أخرى وفق معدل تحول ثابت. وفي

عام 1824 كتب مهندس فرنسي يدعى سادي كارنو - بعد أن فحص المحرك البخاري - رسالة علمية بعنوان «القوة المحركة للحرارة»آبادا وضع فيها أسس العلم الذي عرف بعد ذلك بعلم الثرمو ديناميكا - أن الحركة الحرارية وهكذا أصبحت الطاقة مفهوما مركزيا أساسيا في العلم، وأصبح الاهتمام الرئيسي للعلم بوحدة الطبيعة، التي تحتل الطاقة فيها مكانة اللباب.

ولم يقتصر الاهتمام بالطاقة على العلم وحده. إذ يمكن مشاهدة آثار ذلك في الفنون أيضا، حيث تكن المفاجأة. فإذا كان يحدث في الأدب أثناء هذه التطورات العلمية الصناعية؟ كانت هنالك موجة من الأدب الرومانسي حوالي عام 1800. وهنا قد يتساءل المرء: كيف يمكن للشعراء الرومانسيين أن يهتموا بالصناعة؟ إن مفهوم الطبيعة الجديد كناقلة للطاقة قد صدمهم كما لو عصفت بهم عاصفة. وفي الواقع فقد أحب الشعراء كلمة «العاصفة» واعتبروها مرادفة لكلمة «الطاقة» كما في أبيات وجمل مثل «العاصفة والدفع» ونرى ذروة ذلك في قصيدة صامويل تايلور كولر يدج «ترنيمة البحار القديم» تترافق مع عاصفة تحطم ذلك الهدوء الميت وتبعث الحياة من جديد.

وفي هذا الوقت - أي حوالي عام 1799 - بدأ فيلسوف ألماني يدعى فردريش فون شلينغ نهجا فلسفيا جديدا، دعاه فلسفة الطبيعة وقد ظلت هذه الفلسفة قوية في ألمانيا، وجاء كولر يدج بهذا المبدأ إلى إنجلترا، ثم أخذه عنه جماعة شعراء البحيرة، كما أخذوه عن آل ودجوود الذين كانوا أصدقاء كولر يدج ويساعدونه بمرتب سنوي. وفجأة سيطرت على الشعراء والفنانين فكرة مؤداها أن الطبيعة هي منبع القوة وأن أشكالها المتعددة إنما هي تعابير عن نفس القوة المركزية أي الطاقة.

وقد ذهب الشعر الرومانسي إلى أن مصدر الطاقة ليست الطبيعة وحدها، بل أكد بأوضح أسلوب أن الإنسان نفسه هو حامل طاقة إلهية أو على الأقل طبيعية. وقد خلقت الثورة الصناعية الحرية - بصورة عملية - للرجال الذين أرادوا تحقيق ما لديهم من إمكانات. وهذا مفهوم لم يكن تصوره ممكنا قبل مائة عام، بيد أن الفكر الرومانسي ألهم هؤلاء الرجال بأن يجعلوا من حريتهم هذه شخصية ذات معنى جديد في الطبيعة، ولقد عبر عن ذلك - ببساطة بالغة وبأفضل صورة - أعظم الشعراء الرومانسيين

قاطبة: و يليام بليك عندما قال: «الطاقة هي البهجة السرمدية».

فالكلمة الرئيسية هي «البهجة»، والمفهوم الأساسي هو «التحرر» الذي يتجسد في أحد معانيه كحق إنساني، وبالطبع عبَّر الرجال الطلائعيون في ذلك العصر عن هذه الأفكار بالاختراعات، وهكذا أنتجوا أفكارا عجيبة غريبة عديدة بهدف إدخال البهجة والسرور في قلوب الطبقة العاملة خلال أمسيات يوم السبت، وحتى يومنا هذا نجد أن معظم الطلبات المكدسة لدى مكاتب براءات الاختراع تحوي شيئا من الجنون (مثل المخترعين أنفسهم). ويمكننا أن نشيد شارعا يمتد حتى القمر مفروشا بهذه الجنونيات التي لا معنى أو فائدة لها، ومع ذلك فهي ذات روح جريئة نشطة كالوصول إلى القمر، لنأخذ مثلا جهاز الزويتروب وهو آلة دائرية كانت تستخدم في العصر الفكتوري لعرض الصور المتلاحقة بحيث تمر أمام العين بشكل متتابع، وهي عملية تعادل - في إثارتها - قضاء أمسية في إحدى دور السينما في هذه الأيام، ولكنها تأخذ من الوقت أقل بكثير. وكذلك الأوركسترا الأوتوماتيكية التي كانت تعزف أنغاما قليلة، كلها محشوة بحيوية بيتية ليس فيها شيء من الذوق الرفيع. وكان يوجد مقابل كل اختراع قليل الفائدة يصنع للاستعمال المنزلي مثل آلة تقطيع الخضار اختراع رائع آخر كالهاتف مثلا، وفي النهاية علينا في آخر شارع اللذة والسرور أن نوقف أسس هذا السيل من المخترعات لأنها لا تخدم غاية ولا تعمل شيئا.

إن الناس الذين صنعوا المخترعات الشاذة والذين صنعوا المخترعات العظيمة إنما كانوا أبناء قالب واحد، ولننظر إلى الاختراع الذي اكمل وتوج الثورة الصناعية التي بدأت بالقنوات، ونعنى به خطوط السكك الحديدية، التي يعود الفضل في جعلها ممكنة إلى ريتشارد تريفيثك وهو حداد من كورنوول، وكان مصارعا ورجلا قوي البنية، فقد حول هذا الرجل المحرك البخاري إلى مجموعة من قوة متحركة، وذلك عن طريق تعديل محرك واط ذي المحور إلى محرك ذي ضغط مرتفع، وكان هذا الاختراع عملا مانحا للحياة، إذ فتح شبكة من شرايين المواصلات في جميع أنحاء العالم، وجعل إنجلترا بمكانة القلب في هذه الشبكة.

إننا ما نزال في منتصف الثورة الصناعية، ومن الأفضل أن يكون الأمر كذلك، لأنه لا يزال لدينا الكثير من الأشياء التي يجب أن تصحح، ومع ذلك

فقد جعلت عالمنا أغنى وأصغر، وجعلته لأول مرة عالمنا نحن. وأنا أعني قولي هذا حرفيا: فقد أصبح العالم عالمنا - عالم كل إنسان.

ومنذ بدايتها الأولى، عندما كانت الثورة الصناعية تعتمد على قوة الماء كمصدر للطاقة، كانت هذه الثورة قاسية وظالمة بالنسبة لهؤلاء الذين غيرت مجرى حياتهم، وهكذا تكون الثورات، وهذه طبيعتها، ذلك أن الثورات - بحكم كونها كذلك - تتحرك بسرعة بالنسبة للذين تصيبهم، ومع ذلك فقد أصبحت هذه الثورة مع الزمن ثورة اجتماعية حققت المساواة الاجتماعية بين الناس والمساواة في الحقوق، وفوق ذلك وأهم منه المساواة الفكرية التي نعتمد عليها، فأين يمكن لرجل مثلي أو مثلك أن يكون لو ولدنا قبل عام 1800؟ سنكون حتما في وسط الثورة الصناعية، وسنجد من الصعب أن ندرك مضمون تلك الثورة، ولكن المستقبل سيذكر عنها أنها في ارتقاء الإنسان كانت خطوة وقفزة قوية كما كانت قفزة عصر النهضة، فقد وطد عمر النهضة كرامة الإنسان وقدره، أما الثورة الصناعية فقد أرست أسس وحدة الطبيعة.

وتم كل ذلك بجهد العلماء والشعراء الرومانسيين الذين أدركوا أن الريح والبحر والنهر والبخار والفحم قد نجمت كلها في الأصل من حرارة الشمس، وأن الحرارة إنما هي شكل من أشكال الطاقة، لقد فكر رجال عديدون في ذلك، ولكن الرجل صاحب الفضل في تقرير هذه الحقيقة هو جيمس برسكوت جول من مانشستر، وقد ولد جول عام 1818، ومنذ العشرين من عمره وقف حياته على إجراء التجارب الدقيقة بهدف تعيين المعادل الميكانيكي للحرارة، أي تعيين معدل تحول الطاقة الميكانيكية إلى طاقة حرارية، وبما أن هذه المهمة تبدو وقورة ومملة فيجب أن أقص عليكم حكاية مضحكة عنه:

في صيف عام 1847 كان الشاب و ليليام طومسون (الذي أصبح فيما بعد لورد كلفين العظيم، الشخصية البارزة في العلم البريطاني) يتجول في منطقة جبال الألب منتجع السادة البريطانيين بين شاموني وقمة مون بلان. وهناك التقى بسيد بريطاني آخر، غريب الأطوار والسلوك: جيمس جول الذي كان يحمل مقياس حرارة ضخما، وتتبعه زوجته في عربة على بعد مسافة قصيرة، لقد أراد جول طوال حياته أن يبين أن الماء عندما يسقط

من علو 778 قدما ترتفع درجة حرارته بمقدار درجة فهرنهايت واحدة، والآن اغتنم جول فرصة شهر عسله لزيارة شاموني (تماما كما يزور الأزواج الأمريكيون شلالات نياغارا) ليجعل الطبيعة تُجرى له هذه التجربة، فالشلال هنا نموذجي، ومع أن ارتفاعه لا يصل إلى 778 قدما، إلا أن مسقطه كاف للحصول على ارتفاع في درجة الحرارة قدره نصف درجة فهرنهايت. ومع الأسف لم ينجح فعلياً في تحقيق هدفه لأن الشلال يتكسر كثيراً إلى رذاذ، مما أدى إلى فشل التجربة.

إن قصة هؤلاء السادة البريطانيين في أعمالهم العلمية الغريبة ليست عديمة الصلة بالموضوع الذي نحن بصدده، إذ أن أناساً كهؤلاء هم الذين جعلوا الطبيعة رومانسية، كما أن الحركة الرومانسية في الشعر سارت مع هؤلاء العلماء خطوة خطوة، ونلمس ذلك جليا في شعر شعراء مثل غوته (الذي كان عالما أيضا) وفي موسيقى موسيقيين مثل بيتهوفن، ونرى ذلك أول كل شيء في شعر ورد زورث حيث نلمس أنه يرى الطبيعة كخفقات متسارعة للروح، لأن الوحدة فيها كانت مباشرة وآنية في القلب والعقل، وكان ورد زورث قد مر عبر جبال الألب عام 1790 عندما جذبته الثورة الفرنسية إلى القارة الأوروبية، وقال عام 1798 في قصيدته «دير تنترن» ما لا يمكن أن يقال بشكل أفضل:

«لأن الطبيعة بالنسبة لي كانت كل شيء في تلك اللحظة
لا يسعني أن أرسم ما كنته آنذاك.
فقد كان هدير الشلال يطاردني مثل العاطفة».

«إذن فالطبيعة بالنسبة لي هي كل شيء» وهذا ما لم يستطع جول أن يعبر عنه بمثل هذه البلاغة. ولكنه قال بالفعل «إن العوامل الكبيرة في الطبيعة سرمدية وغير قابلة للفناء» وعني بذلك نفس ما عناه ورد زورث.

# الهوامش

(1) العجلة المائية عبارة عن دولاب يدور عندما يسقط عليه تيار ماء
(2) كاتب تاريخ حياة بولتون وغيره.

# 8 سلم الخليقة

قدَّم نظرية التطور بالانتقاء الطبيعي - في الخمسينات من القرن الماضي - عالمان كانا يعملان مستقلين عن بعضهما. أحد هذين الرجلين هو تشارلز داروين، والآخر الفرد رسل والاس. وكان لكل منهما بعض الخلفية العلمية، ولكنهما كانا في الصميم من الطبيعيين[1]، وكان داروين قد درس الطب لمدة سنتين في جامعة أدنبره، قبل أن يقترح والده - الذي كان طبيباً ثريا - أن يتحول إلى دراسة الدين كي يصبح قسيسا، وأرسله بالتالي إلى جامعة كامبردج. أما والاس فكان أبواه فقيرين، وكان قد ترك المدرسة عندما كان في الرابعة عشرة من عمره، ولكنه تابع دراسته في بعض المعاهد العمالية في لندن وفي ليستر ليصبح مساعد مساح ومعلما للتلاميذ الصغار.

وهنالك في الحقيقة مدرستان أو أسلوبان للتعليل والتفسير يسيران جنباً إلى جنب خلال ارتقاء الإنسان، واحدة هي تحليل التركيب الطبيعي للعالم، والثانية هي دراسة عمليات الحياة بدقتها وتنوعها، وتذبذب دوراتها من الحياة إلى الموت بالنسبة للفرد وللنوع، ولم تلتق هاتان المدرستان إلا

عند ظهور نظرية التطور. لأنه حتى ذلك الحين كان هنالك تعارض لم يكن من الممكن حله أو البدء بذلك حول الحياة.

إن تناقضات علوم الحياة، التي تجعلها مختلفة عن العلوم الفيزيائية من حيث النوع تبدو في تفاصيل الطبيعة في كل مكان، فنحن نراها حولنا في الطيور والأشجار والعشب والقواقع وكل شيء حي، ذلك أن مظاهر الحياة وتعابيرها وأشكالها متنوعة ومختلفة عن بعضها إلى حد أنها يجب أن تحوى عنصراً ضخماً من الصدفة والعوامل العرضية، ومع ذلك فإن طبيعة الحياة منتظمة في جميع أشكالها بحيث إنها لابد أن تكون مقيدة بالعديد من الضروريات.

ولذلك فليس من المدهش أن علم الأحياء - كما نفهمه - بدأه الطبيعيون في القرنين الثامن عشر والتاسع عشر، وكان هؤلاء الطبيعيون ممن يراقبون الطبيعة الريفية ويرقبون الطيور وكان هؤلاء من رجال الدين والأطباء والسادة الذين لا عمل لهم سوى العيش في بيوتهم الريفية. وتراودني الرغبة في أن أسمي كل هؤلاء «السادة النبلاء في إنجلترا في العهد الفكتوري» لأنه لا يمكن أن يكون من محض الصدفة، أن يتوصل إلى نظرية التطور مرتين شخصان عاشا في نفس الوقت وفي نفس الثقافة - ثقافة عهد الملكة فكتوريا في إنجلترا.

كان داروين في بداية العقد الثالث من عمره عندما أزمعت البحرية الملكية البريطانية إرسال سفينة المساحة المسماة «بيغل» لتخطيط ساحل أمريكا الجنوبية ووضع خريطة له. وقد عُرض عليه أن يرافق هذه الرحلة بوظيفة «طبيعي» دون أجر. و يعود الفضل في هذه الدعوة إلى أستاذ النبات الذي كان صديقاً له، في جامعة كامبردج، رغم أن داروين لم يكن مولعا بالنبات بل بجمع الخنافس:

«سأقدم برهانا على حماستي واهتمامي بهذا الموضوع: ففي أحد الأيام عندما كنت أنزع لحاء شجرة قديم رأيت زوجا نادرا من الخنافس، وأمسكت بواحد منهما في كل يد. وعندئذ رأيت جعلا ثالثا من نوع جديد لا أحتمل أن أفقده، فما كان مني إلا أن وضعت الجعل الذي كان في يدي اليمنى في فمي».

عارض والد داروين ذهابه في هذه الرحلة، كما لم يعجب شكل أنف

داروين قبطان السفينة، لكن خاله من أل ودجوود أوصى به فذهب. وأبحرت السفينة يوم 27 كانون الأول (ديسمبر) من عام 1831.

وقد حولت السنوات الخمس التي قضاها داروين على السفينة شخصيته، فقد كان قبل ذلك مراقبا عطوفا هادئ الطباع للطيور والأزهار والحياة في الريف الذي ترعرع فيه، ولكن ذلك تفجر كله إلى عواطف قوية جياشة في أمريكا الجنوبية، وعاد إلى وطنه مقتنعا بأن الأنواع تأخذ اتجاهات مختلفة عندما تعزل عن بعضها[2] وأن هذه الأنواع قابلة للتغير. ولكنه عندما عاد إلى الوطن لم يستطع أن يفكر بأي أسلوب يبعد هذه الأنواع عن بعضها في صفاتها، وكان ذلك عام 1836.

وعندما توصل داروين إلى تعليل لتطور الأنواع بعد سنتين من ذلك التاريخ تردد كثيرا في نشره، وكان يمكن أن يؤجل نشر هذه النتائج طول حياته لولا أن إنسانا آخر مختلفا اختلافا كبيرا اتبع بدقة كبيرة نفس خطوات التجربة والتفكير التي أثارت داروين وبذا توصل إلى نفس النظرية، وهو الإنسان المنسي ولكنه مع ذلك كان الشخصية الحيوية في نظرية التطور بالانتقاء الطبيعي.

هذا الشخص هو الفردرسل والاس، وهو رجل عملاق من عائلة متواضعة كتلك العائلات التي صورها ديكنز في قصصه، وكان لعائلته تاريخ مضحك بقدر ما كان تاريخ عائلة داروين مليئا بالشكليات والتقاليد، وكان والاس عام 1836 صبيا دون العشرين من عمره فقد ولد عام 1823، وهو بذلك أصغر من داروين بأربعة عشر عاما. ولم تكن حياة والاس سهلة، حتى في عمره المبكر.

«لو كان والدي متوسط الغنى، لاختلفت حياتي كلها. وبالرغم من أنني كنت سأولي العلوم - دون شك - بعض اهتمامي، إلا أنه كان من غير المحتمل أن أقوم برحلة إلى مجاهل الأمازون كي ألاحظ الطبيعة وكسب رزقي عن طريق جمع عينات الحيوان والنبات».

هكذا كتب والاس عن حياته المبكرة، عندما كان عليه أن يجد طريقة لكسب معيشته في «المحافظات» الإنجليزية. وقد اتخذ والاس مهنة مسح الأراضي، التي لم تكن تتطلب دراسة جامعية، والتي علمه إياها أخوه الأكبر. ومات أخوه عام 1846 إثر تعرضه لبرد أصابه أثناء عودته في عربة قطار

مكشوفة من الدرجة الثالثة، من اجتماع اللجنة الملكية التي كانت تبحث شئون شركات السكك الحديدية المتنافسة.

ومن الواضح إذن أن حياة والاس كانت في الهواء الطلق، الأمر الذي أدى إلى اهتمامه بالنباتات والحشرات. وعندما كان يعمل في ليستر قابل شخصا له ذات الاهتمامات ولكنه كان مثقفا بدرجة أفضل من والاس. وقد أدهش هذا الصديق والاس عندما أخبره أنه قد جمع عدة مئات من أنواع مختلفة من الخنافس من ضواحي ليستر، وأن هنالك أنواعاً أخرى منها لم تكتشف بعد.

«لو سئلت قبلاً كم هو عدد الأنواع المختلفة من الخنافس التي يمكن أن يجدها المرء في منطقة صغيرة قريبة من مدينة ؟ لأجبت من المحتمل أن تبلغ الخمسين. ولكنني تعلمت الآن أنه من المحتمل أن يكون هناك ما يربو على ألف نوع ضمن مسافة عشرة أميال».

كان ذلك كشفاً هاماً بالنسبة لوالاس أدى إلى تغيير مجرى حياته وكذلك حياة صديقه، وكان هذا الصديق هو هنري بيتس الذي قام فيما بعد بأبحاث شهيرة حول المحاكاة التنكرية بين الحشرات.

وفي هذه الأثناء كان على الشاب والاس أن يكسب قوت يومه، ولحسن الحظ أن الوقت كان جيداً بالنسبة لمساحي الأراضي، لأن مغامري السكك الحديدية في الأربعينات من القرن الماضي احتاجوا إلى شخص مثل والاس، وهكذا كلف والاس بأن يمسح طريقاً محتملاً لمد خط حديدي في وادي نيث في جنوب ويلز. وكان فنياً يقوم بعمله بإخلاص كما كان أخوه وككل العمال المهرة في العصر الفكتوري، ولكن والاس كان محقاً في شكه بأنه حجر شطرنج في لعبة تصارع القوى، ذلك أن معظم عمليات المسح كانت تهدف إلى تثبيت ادعاء شركة بملكية أرض ضد أخرى، وفعلا فقد حسب والاس أن عُشر الخطوط فقط من بين التي تم مسحها مدت بالفعل.

وكان ريف ويلز متعة للطبيعي الذي يخرج إلى هناك أيام الآحاد سعيداً بعلمه كسعادة المصور في فنه. وهكذا بات والاس يجمع ويراقب بنفسه باهتمام وحماس متزايدين اختلاف أشكال الكائنات الحية وتنوعها في الطبيعة وهو الأمر الذي بقى عالقاً في ذاكرته طوال حياته.

«وحتى في الأوقات التي كنا فيها منشغلين كانت لدى أيام الآحاد التي

كنت فيها حراً تماما، وقد اعتدت أن أمشي مسافات طويلة عبر الجبال مع صندوقي الذي أجمع فيه الحشرات ثم أعود به إلى البيت مليئا بالكنوز. وفي تلك الأوقات أحسست بتجربة الفرحة التي يولدها عادة اكتشاف نوع جديد من أنواع الحياة في نفوس محبي الطبيعة، وكانت تلك الفرحة تقريباً مساوية لتلك التي شعرت بها فيما بعد كلما أمسكت بنوع جديد من الفراشات في الأمازون».

ووجد والاس كهفاً في إحدى جولاته في نهاية أسبوع، وكان مدخل الكهف بداية نزول النهر تحت سطح الأرض، فقرر عندئذ أن يبيت هناك ليلته. فكان كما لو أنه كان يُعِد نفسه - دون وعي منه - للحياة في الجلاء.

«أردنا المبيت خارج البيت مرة، دون فراش ولا مأوى سوى ما توفره الطبيعة. وأظن أننا عزمنا عن قصد ألا نقوم بأية استعدادات، وأن نبيت في الجلاء هناك كما لو أننا أتينا صدفة إلى مكان ما في بلد مجهول، وكنا مضطرين للنوم هناك».

وفي الحقيقة لم ينم والاس مطلقاً تلك الليلة.

وعندما بلغ والاس الخامسة والعشرين، قرر أن يتفرغ لدراسة الطبيعة، وكانت هذه مهنة غريبة في إنجلترا في عهد الملكة فكتوريا. إذ كان ذلك يعني أن عليه أن يبقى في بلدان غريبة لفترات يجمع فيها النماذج والأنواع المختلفة، كي يبيعها بعدئذ إلى المتاحف وجامعي الحشرات في إنجلترا، وقرر صديقه بيتس المجيء معه، وهكذا انطلقا كلاهما عام 1848 ومعهما 100 جنيه، وأبحرا نحو شواطئ أمريكا الجنوبية، ومن ثم توغلا مسافة ألف ميل باتجاه أعالي الأمازون إلى أن وصلا مدينة ماناوس التي تقع عند التقاء نهري الأمازون وريونيغرو.

وقبل هذه الرحلة لم يكن والاس قد سافر أبعد من ويلز، ولكنه لم يداخل نفسه الخوف الشديد من الغربة والغرابة، فمنذ لحظة وصوله كانت تعليقاته جازمة وصادرة عن ثقة بالنفس. فحول موضوع العقبان مثلا سجل ملاحظاته وأفكاره في كتاب «قصة الرحلات في الأمازون وريونيغرو» بعد خمس سنوات:

«كانت العقبان السوداء متواجدة بكثرة، ويظهر أنها كانت مضطرة لذلك بسبب الطعام ذلك أنها كانت مجبرة على أكل ثمار البلح في الغابة عندما لا

تجد طعاماً سواه، وأنا مقتنع من مشاهدات متكررة أن العقبان تعتمد كلية على البصر - وليس على حاسة الشم - في البحث عن غذائها».

وافترق الصديقان عند مدينة ماناوس، حيث سار والاس مع مجرى نهر الريونيغرو، فقد كان يبحث عن أماكن لم يستكشفها كثيراً محبو الطبيعة. لأنه مادام كان يقصد كسب رزقه عن طريق جمع نماذج الأنواع فإن عليه العثور على عينات لأنواع غير معروفة أو نادرة على الأقل.

وكان مستوى مياه النهر عاليا بسبب الأمطار، مما مكن والاس ومن معه من الهنود الحمر من الوصول إلى داخل الغابة بزوارقهم المصنوعة من جذوع الأشجار المجوفة. وهناك كانت أغصان الأشجار تتدلى على صفحة الماء وغمرت والاس في البداية الكآبة التي كانت تغلف الغابة، لكنه سرعان ما أصابته نشوة عندما رأى التنوع في الغابة، وأخذ يُخمن: كيف يمكن أن تبدو هذه المشاهد المذهلة من الجو؟

«إن ما يمكن قوله حول هذه الخضرة الاستوائية أن هنالك عدداً أكبر من الأنواع وتنوعاً أكثر في الأشكال مما يوجد في المناطق المعتدلة.»

«وربما لا توجد بلاد في العالم تحوي مثل تلك الكمية من النبات الأخضر التي توجد في وادي نهر الأمازون، فمساحته بأكملها - باستثناء بعض البقاع الصغيرة - مكسوة بطبقة كثيفة من الغابات البدائية العالية التي هي أكثر امتداداً وكثافة وانتشاراً - دون فكاك - من أية غابة أخرى على سطح الأرض.»

«إن مجد هذه الغابات بكامله لا يرى إلا إذا تهادى المرء في منطاد (بالون) فوق سطح الغابة المزهر المتموج، ومتعة كهذه قد تكون من نصيب مسافري المستقبل.»

وعندما دخل والاس قرية هندية أحس بالإثارة والخوف، ولكن شعوره الذي بقي أخيراً كان السرور وهي سمة خاصة به.

«كان أعظم إحساس غير منتظر بالدهشة والفرحة نتيجة اجتماعي لأول مرة مع إنسان لا يزال على حالته الطبيعية الأولى، والعيش معه ومع متوحشين لم يفسد وحشيتهم شيء إطلاقاً، وكان كل فرد منهم يقوم بعمله أو متعته بطرق وأساليب لا علاقة لها بالرجل الأبيض وأساليبه، وكانوا يمشون بحرية إنسان الغابات المستقبل.. دون أن يعيرونا أي انتباه، نحن

الذين لم نكن بالنسبة إليهم سوى مجرد غرباء من جنس أجنبي».

وهم - من حيث كل التفاصيل - قوم مختلفون ومبتكرون ويعتمدون على أنفسهم مثل الحيوانات المتوحشة في الغابات، ومستقلون وبعيدون تماما عن كل ما له علاقة بالحضارة، وقد استطاعوا أن يعيشوا حياتهم بأسلوبهم الخاص لأجيال لا تعد ولا تحصى قبل أن تكتشف أمريكا.

وقد اتضح أن هؤلاء الهنود ليسوا عنيفين بل أناس يحبون مساعدة الآخرين، وكانت النتيجة أن استدرجهم والاس إلى العمل في جمع العينات المختلفة.

«خلال الفترة التي بقيتها هنا، والتي امتدت أربعين يوما، حصلت على ما لا يقل عن أربعين نوعاً من الفراشات كانت جديدة تماما بالنسبة لي، إلى جانب مجموعة محترمة من الرتب الأخرى. وفي أحد الأيام جيء لي بتمساح صغير من نوع نادر عليه نتوءات طولية ودرنات مخروطية الشكل وقد سلخت جلده وحنطته أمام عيونهم، حيث أثار العمل تسليتهم وسرورهم وقد راقب ما كنت أفعل باهتمام وتركيز ما لا يقل عن ستة أشخاص منهم».

وعاجلا أو آجلا، وسط مسرات الغابة والعمل المضني فيها بدأ السؤال المتقد يشتعل في ذهن والاس الحاد: كيف حدثت كل هذه التنوعات في الطبيعة ؟ وكيف تكونت هذه الأنواع المتشابهة جداً في تصميمها وشكلها العام؟ ومع ذلك فتفاصيلها متغيرة مختلفة. ومثل داروين انتبه والاس إلى الاختلافات الموجودة بين الأنواع المتجاورة، وبدأ مثله أيضا يتساءل عن كيفية تطور هذه الأنواع بصورة متميزة عن بعضها.

«ليس ثمة قسم من التاريخ الطبيعي اكبر إثارة وتثقيفاً من دراسة توزع الحيوانات الجغرافي، ففي مواقع لا تبعد عن بعضها بأكثر من خمسين أو مائة ميل، غالباً ما نجد في الموقع الأول أنواعاً من الحشرات والطيور غير موجودة في الموقع الآخر، فهناك إذن بالتأكيد نوع من الحد يقرر مدى كل نوع وانتشاره وتوزعه، أي أن ثمة عاملاً خارجياً خاصاً يعين الخط الذي لا يجتازه أي نوع من خارجه».

وكان والاس مهتما دوما بالمشكلات الجغرافية، وفيما بعد عندما عمل في أرخبيل الملايو بتن أن الحيوانات الموجودة في الجزر الغربية من الأرخبيل تشبه الأنواع الموجودة في آسيا، وأن تلك الموجودة في الجزر الشرقية تشبه

تلك الموجودة في استراليا. ولا يزال الخط الذي يفصل بينها يسمى حتى اليوم خط والاس.

وكان والاس مراقباً حاد البصر والبصيرة للإنسان كما كان للطبيعة، وله نفس الاهتمام بأصل الفروق والاختلافات، ففي عصر كالعصر الفكتوري الذي كان الناس فيه يسمون أهل الأمازون «بالوحوش» نجد أن لدى والاس تعاطفاً نادراً مع ثقافتهم، فقد فهم ماذا تعني اللغة والاختراع والعادات لهم، وربما كان أول شخص يدرك الحقيقة بأن البون الذي يفصل بين حضارتهم وحضارتنا أقصر بكثير مما نظن، وبعد أن فكر في مبدأ الانتقاء أو الانتخاب الطبيعي أدرك أن هذا ليس صحيحاً فقط بل نتيجة بيولوجية منطقية واضحة.

«إن الانتقاء الطبيعي لا يمكن أن يكون قد منح الإنسان المتوحش دماغاً يفوق دماغ القرد إلا بدرجات قليلة، بينما يمتلك هذا الإنسان في الواقع دماغاً لا يقل إلا قليلاً عن دماغ الفيلسوف. إن خلق الإنسان يمثل ظهور مخلوق أصبحت فيه تلك القوة الغامضة المدركة التي ندعوها «العقل» وهي ذات أهمية تفوق بكثير مجرد بنيته الجسدية».

وكان والاس ثابتاً في احترامه وتقديره للهنود الحمر وقد كتب قصيدة وصفية لقصة حياتهم عندما أقام بينهم في قرية جافيت عام 1851:

هناك قرية هندية، تلفها الغابات،<br>
الغابات المظلمة السرمدية التي لا حدود لها،<br>
ذات الأوراق المتنوعة.<br>
هنا مكثت فترة، إنسان أبيض وحيد<br>
بين مائتي نفس أخرى.<br>
وفي كل يوم يناديهم العمل، فيذهبون<br>
لقطع أشجار الغابة، أو في قارب صغير<br>
كي يصيدوا السمك بسنارة أو سهم أو رمح<br>
و يسقفون أكواخهم بسعف النخيل،<br>
يحميهم من عواصف الشتاء وأمطاره.<br>
وتحفر النساء الأرض للحصول على جذور المانديوكا<br>
ليصنعن منها بجهد كبير خبزهم

ويغتسلن في الجدول كل صباح ومساء،
و يلعبن كحوريات البحر في الأمواج المتلألئة
والأطفال الصغار عراة، أما الأولاد
والرجال فلا يلبسون غير قطعة قماش صغيرة.
وكم تبهجني رؤية أولئك الأطفال العراة.
بأطرافهم المتناسقة، و بشرتهم الحمراء البنية، الناعمة المتألقة،
وحركاتهم المليئة بالرشاقة والصحة.
عندما يركضون، و يتسابقون، و يصيحون، و يقفزون
و يسبحون أو يغطسون تحت الجدول السريع
وكم أرثي لحال الأولاد الإنجليز، بأطرافهم النشيطة
وقد قيدتها الملابس الضيقة وحجزت عنها الحرية والحركة.
بيد أن شفقتي على الفتيات الإنجليزيات
تفوق ذلك بكثير، فخصورهن وصدورهن...
مقيدة بأداة للتعذيب اسمها المشد.
وكم أود لو كنت هندياً أعيش هنا قانعاً
راضياً أصيد السمك والحيوانات، وأجدف
بقاربي الصغير وأرى أطفالي يكبرون
مثل أولاد الظباء البرية، صحيحي
الأجسام، و بعقول هادئة بسلام
أغنياء بلا ثروة، سعداء بغير ذهب

وتختلف هذه العاطفة كثيراً عن المشاعر التي أثارها هنود أمريكا الجنوبية لدى تشارلز دار ين، فعندما قابل داروين سكان أرض النيران، في أقصى الطرف الجنوبي من أمريكا الجنوبية، شعر بالذعر، و يتضح ذلك من كلماته ورسومه التي دونها في كتابه «رحلة سفينة البيغل». ومما لا شك فيه أن الطقس القاسي العنيف قد أثر على عادات سكان تلك المنطقة، ولكن الصور التي أخذت لهم في القرن التاسع عشر تبين أنهم لم يكونوا بالوحشية التي ظهروا بها لداروين. وأثناء عودته إلى الوطن، طبع داروين مع قبطان السفينة نشرة في مدينة رأس الرجاء الصالح، يوصي بها بالأعمال التي يمكن أن تقوم بها البعثات التبشيرية لتغيير حياة هؤلاء المتوحشين. وقد

قضى والاس أربع سنوات في حوض الأمازون، ثم حزم أمتعته ومجموعاته، و بدأ رحلة العودة إلى الوطن.

«أصابتني الحمى والبرداء مرة ثانية، وكنت في غاية الضيق لعدة أيام. وهطل المطر بشدة و بصورة مستمرة تقريباً، وأصبحت العناية بطيوري وحيواناتي غاية في الصعوبة والإزعاج، وذلك بسبب اكتظاظ الزورق الصغير الذي كنا فيه وصعوبة تنظيفها أثناء المطر. وكانت النتيجة أنه كانت تموت بعض هذه الطيور والحيوانات كل يوم. وكثيراً ما تمنيت - يأساً - لو لم تكن لي بها صلة، رغم أنني منذ أن جمعتها قررت المثابرة في الحفاظ عليها. ولم يبق من مجموعة تقارب المائة من الحيوانات والطيور التي جمعها أو اشتريتها سوى أربعة وثلاثين».

وهكذا كانت رحلة العودة إلى الوطن سيئة من البداية. وعلى أية حال فقد كان والاس شخصاً سيئ الحظ على الدوام.

«في العاشرة من حزيران (يونيو) غادرنا مدينة ماناوس مبتدئين الرحلة بطابع سيئ بالنسبة لي. فبعد أن ودعت أصدقائي وركبت السفينة فقدت طائر الطوقان و يظهر أنه طار عن ظهر السفينة دون أن يلحظه أحد، ثم غرق دون شك».

كان اختياره تلك السفينة منتهى الحظ السيئ، فقد كانت تحمل شحنة كبيرة من مادة راتنجية قابلة للاشتعال، و بعد ستة أسابيع من إبحار هذه السفينة اشتعلت فيها النار في السادس من آب (أغسطس) من عام 1852.

«نزلت إلى غرفتي وكانت قد أصبحت شديدة الحرارة وممتلئة بالدخان، لأبحث عما يستحق الإنقاذ، فأخذت ساعتي وصندوقاً صغيراً من القصدير فيه بعض القمصان ودفتران قديمان كنت قد سجلت فيهما بعض الملاحظات والرسوم عن الحيوانات والنباتات، ثم أسرعت في الصعود إلى ظهر السفينة. و بقي الكثير من ثيابي وملف كبير من الرسوم والمسودات عند سريري، لكنني لم أغامر بالنزول مرة ثانية لإحضارها، والواقع أن شعوراً باللامبالاة تجاه إنقاذ أي شيء قد انتابني في تلك اللحظة، وهو أمر لا يمكنني الآن معرفة سببه. وأخيراً أمر القبطان الجميع بالنزول إلى القوارب، وكان هو آخر من غادر السفينة.

آه، كم كنت أسر عندما كنت أمعن في النظر في كل حشرة غريبة ونادرة

قبل أن أضمها إلى مجموعتي. وكم من مرة زحفت إلى الغابة وحمى الملاريا تهدني، وكان عزائي جمع عينة نوع جميل غير معروف. وكم من أمكنة لم تطأها قدم أوربية غير قدمي أذكرها بالطيور النادرة والحشرات التي جمعتها منها.

والآن انتهى كل شيء ولم يبق لدي حتى نموذج أوضح به تلك البقاع المجهولة التي وطئتها قدماي، أو أتذكر بوساطته المشاهد البرية التي رأيت. غير أنني أدركت أن الندم لا ينفع، ولذلك حاولت أن أفكر - أقل ما يمكنني - فيما كان يمكن أن يكون، ورحت أشغل نفسي بواقع الأشياء كما هو فعلا».

وعاد والاس من خط الاستواء، كما فعل داروين من قبله، مقتنعاً أن الأنواع المتقاربة تنحدر من أصل واحد، ولكنه كان محتاراً حول سبب تشعبها واختلافها. وما لم يعرفه والاس هو أن داروين كان قد توصل إلى التعليل بعد عامين من رجوعه إلى إنجلترا من رحلته على متن سفينة البيغل. و يروي داروين أنه عندما كان عام 1838 يقرأ «مقالة عن السكان» كتبها الأب توماس مالتوس (وكانت قراءة للتسلية، كما يقول داروين ويعني بذلك أنها لم تكن جزءاً من قراءته الجدية) ذهل من فكرة طرحتها هذه المقالة، فقد ذكر مالتوس أن عدد السكان يتزايد بأسرع من تزايد الغذاء على سطح الأرض، فإذا كان ذلك صحيحاً بالنسبة للحيوانات فإذا يجب أن تتنافس من أجل البقاء: أي أن الطبيعة تعمل كقوة اختيار أو انتقاء، فينقرض النوع الضعيف، وتزدهر أنواع أخرى من الحيوانات الباقية تكون أقدر على التلاؤم مع بيئتها.

يقول داروين: «أخيراً توصلت البغل نظرية أستطيع أن أعمل على أساسها»، وقد يظن المرء أن الإنسان الذي صرح بهذا القول سيبدأ العمل حالا ويكتب الأبحاث ويتنقل محاضراً، بيد أن شيئاً من هذا القبيل لم يحصل إذ بقى أربع سنوات دون أن يسجل تلك النظرية على الورق وفي عام 1842 فقط كتب مسودة من خمس وثلاثين صفحة بالقلم الرصاص، وبعد سنتين وسعها البغل مائتين وثلاثين صفحة وجعلها بالحبر. وأودع هذه المقالة، مع بعض المال، مقرونة بتعليمات لدى زوجته كي تقوم بنشرها في حال وفاته.

وكتب داروين البغل زوجته رسالة رسمية مؤرخة في 5 يوليو (تموز) 1844

يقول فيها: «لقد انتهيت لتوي من كتابة مخطط نظريتي حول الأنواع»:

«ولذلك أكتب لك هذا الكتاب راجيا في حالة موتي فجأة، كآخر وأعز طلب لي، وأنا متأكد أنك ستعتبرينه كذلك كما لو كان جزءاً قانونياً من وصيتي، أن تخصصي مبلغ 400 جنيه لنشرها، ثم تتولين بنفسك أو عن طريق هنسلي (ودج وود)، القيام بجهد ترويجها. كما آمل أن تعطي هذه النظرية الأولية لشخص قدير يستطيع بواسطة هذا المبلغ أن يحسن النظرية ويوسعها. أما بشأن الناشرين فإنني اعتقد أن السيد تشارلز لايل هو الأفضل، إذا قبل القيام بالمهمة، وأرى أنه سيجد هذا العمل ممتعاً، كما سيتعلم بعض الأشياء الجديدة عليه. كما أن الدكتور هوكر (جوزيف دالتون) سيكون أيضا جيداً لهذا العمل».

ويخالجنا شعور قوي بأن داروين كان يفضل أن تنشر نظريته بعد موته، شريطة أن يعود الفضل في اكتشافها إليه. وهذا طبع غريب، يدل على إنسان أدرك أنه يقول شيئاً يصدم به الناس و يثيرهم (وسيصدم ذلك زوجته دون شك)، وأنه هو نفسه صدم به لحد ما. فالوهم والوسواس بأنه يعاني مرضاً (بسبب أصابته بالتهاب. أثناء وجوده في المناطق الاستوائية) وزجاجات الأدوية التي كانت حوله دائماً، والجو الخانق نوعا ما الذي كان يغلف منزله وغرفة مكتبه، وقيلولة بعد الظهر التي اعتادها، والتأخر في الكتابة، ورفض النقاش علناً مع الناس، كل هذه الأمور تتحدث عن عقلية من لم يكن يرغب في مجابهة الجمهور.

وبالطبع لم تعق والاس - الأصغر سناً - أي من هذه الموانع النفسية. فلقد اندفع عام 1854، رغم كل الصعاب، وذهب في رحلة إلى الشرق الأقصى، حيث جاب - خلال السنوات الثماني التالية - جزر أرخبيل الملايو لجمع عينات من الحياة الحيوانية والنباتية البرية هناك، يمكنه بيعها في إنجلترا، وفي ذلك الوقت كان قد اقتنع تماماً أن الأنواع قابلة للتبدل والتحول بالطفرة، ونشر مقالا حول «القانون الذي ينظم ظهور الأنواع الجديدة» عام 1855. ومنذ ذلك الوقت أصبح السؤال عن كيفية حصول التغيرات في الأنواع يشغل ذهن والاس بصورة مستمرة.

وفي شباط (فبراير) من عام 1858 كان والاس مريضاً في جزيرة بركانية صغيرة تدعى ترنيت في ملقا، وهي إحدى جزر التوابل الواقعة بين بورنيو

وغينيا الجديدة. فقد أصيب بحمى متقطعة فتارة تصيبه الحمى وأخرى البرداء، فأعطاه ذلك فرصة للتفكير المتقطع في فترات. فهناك وفي ليلة كان فيها دور الحمى تذكر نفس الكتاب الذي ألفه مالتوس، ولمع في ذهنه نفس التعليل الذي توصل إليه داروين من قبل.

«لقد تبادر إلى ذهني أن أتساءل: لماذا يموت بعضها ويعيش الآخر؟ وكان الجواب بوضوح أنه بوجه عام يبقى الأصلح و يعيش، فمن آثار الأمراض والأوبئة ينجو الأكثر صحة، ومن خطر الأعداء ينجو الأقوى والأسرع والأكثر دهاء، ومن الجوع ينجو الأبرع صيداً أو الأشد هضماً، وهلم جرا. ثم أدركت فجأة أن التنوع الموجود دوما في كل الأشياء الحية يوفر المادة التي إذا استبعد منها ما هو اقل تلاؤما مع الظروف الفعلية بقي الأصلح قادرا على متابعة السباق.

هنا لمعت في ذهني فجأة «فكرة» بقاء الأصلح وكلما أعدت التفكير في هذه الفكرة ازددت قناعة بأنني وجدت أخيرا قانون الطبيعة الذي طالما بحثت عنه، الذي يحل مشكلة أصل الأنواع. وانتظرت بفارغ الصبر انتهاء دور الحمى، لأكتب رأسا بعض النقاط والملاحظات من اجل كتابة بحث عن الموضوع.

«وقد قمت في تلك الأمسية نفسها بكتابة هذا البحث، ونقحته بعناية في الليلتين التاليتين كي أبعثه إلى داروين بالبريد التالي الذي سيرسل في غضون يوم أو يومين».

عرف والاس أن داروين كان مهتما بالموضوع، واقترح عليه أن يعرض هذا البحث على تشارلز لايل إذا رأى أن البحث له معنى».

وتسلم داروين بحث والاس في مكتبه في بلدة داون بعد أربعة اشهر، وبالتحديد في 18 حزيران (يونيو) عام 1858. ووقع في حيرة من أمره كيف يتصرف؟ فخلال عشرين عاما جمع ونسق الحقائق التي تؤيد هذه النظرية، وها قد هبط على مكتبه الآن - من حيث لا يدري - بحث كتب عنه داروين في اليوم ذاته بشكل مقتضب ما يلي:

«لم اشهد طيلة حياتي مثل توارد الخواطر المذهل هذا، فلو كان لدى والاس مسودات البحث الذي كتبته عام 1842 لما استطاع أن يكتب خلاصة لها أفضل مما كتب.»

ولكن بعض الأصدقاء حلوا معضلة داروين هذه، فقد رتب صديقاه لايل وهوكر، اللذان اطلعا على بعض أعماله وأبحاثه، أن يُقرأ البحثان معا - بغياب داروين ووالاس - في الاجتماع الذي تعقده جمعية التصنيف البيولوجي في لندن في الشهر التالي.

ولم يثر البحثان أية ضجة على الإطلاق. ولكن ذلك أجبر داروين على القيام بالعمل (الذي كان يرغب في تأجيله). وكان والاس، كما وصفه داروين، «كريما ونبيلا» وهكذا ألف داروين كتابه «أصل الأنواع» ونشره في نهاية عام 1859 ومنذ لحظة نشره أصاب نجاحا كبيرا ورواجا هائلا.

ومن المؤكد أن نظرية الانتقاء (أو الانتخاب) الطبيعي، كانت أهم ابتكار علمي في القرن التاسع عشر. فعندما هدأت رياح عواصف النقد الغبية، والسخرية والنكات التي أثارتها هذه النظرية، كان العالم الحي مختلفا (عما كان قبل النظرية) فقد - أصبح يُرى عالما في حالة حركة. فعملية الحلق ليست عملية ساكنة جامدة، بل تتغير مع الزمن، الأمر الذي يجعلها مختلفة تماما عن العمليات الطبيعية. فالعالم الطبيعي قبل عشرة ملايين عام مثلا هو نفس العالم اليوم، وقوانينه كذلك ثابتة لم تتغير. أما العالم الحي فليس كذلك. فمثلا قبل عشرة ملايين عام لم يكن هناك كائنات بشرية تبحث وتتساءل عنه. فعلى نقيض الفيزياء نجد أن كل تعميم في علم الأحياء يمثل شريحة زمنية معينة، وأن التطور أساس التجديد في الكون، وبالرغم من ذلك فان في تركيب كل منا عناصر تعود إلى بداية الحياة. وقد تفحص داروين، وكذلك والاس، السلوك، والعظام كما هي الآن، والأحافير المتحجرة كما كانت ليضعا نقاطا تساعد على رسم خارطة مسيرة الإنسان. لكن هذه الأمور، أي السلوك والعظام والأحافير قد أصبحت نظما حيوية معقدة، جمعت من وحدات أبسط وأقدم. فإذا كان يمكن أن تكون أبسط هذه الوحدات الأولى؟ والمفترض أنها جزيئات كيميائية تعطي الحياة صفاتها المميزة.

وهكذا عندما نرجع النظر بحثا عن أصل الحياة، فإننا اليوم ننظر بشكل أعمق من ذلك، إلى الكيمياء التي نشترك بها جميعا، فالدم الذي في إصبعي، هذه اللحظة، فيه تركيز أملاح قريب جداً من تركيز مياه البحار منذ ما يزيد على ثلاثة آلاف مليون سنة. والعمليات التي حصل ذلك

بوساطتها، تعتمد جزئياً على الوراثة (التي لم يكن يفهمها حقا لا داروين ولا والاس) كما تعتمد أيضا على التركيب الكيميائي (وهذا أيضا كان ميدان العلماء الفرنسيين اكثر منه ميدان علماء الطبيعة البريطانيين) وتنصب التفسيرات سوية من عدة ميادين، ولكن بينها قاسما مشتركا، إذ أنها كلها تصور الأنواع وهي تتباعد واحدا بعد الآخر، في مراحل متعاقبة وهذا أمر معترف به ضمنيا عند التسليم بنظرية التطور.

عندما عنت نظرية التطور ضمنا أن الأنواع الحيوانية أتت إلى الوجود بعد بعض الأنواع الأخرى، أن في حقبة زمنية أحدث، لجأ بعض النقاد إلى الاعتماد على الكتاب المقدس في الرد على ذلك[3]. ومع ذلك فان كثيراً من أولئك الناس كانوا يعتقدون أن الخلق لم يتوقف عند الكتاب المقدس، فقد ظل الظن سائداً بأن الشمس تنتج التماسيح من طمي النيل، وأن الفئران تنشأ بنفسها من أكوام الثياب الرثة القذرة، وأن منشأ الذباب الأزرق هو اللحم الفاسد، وأن الدود ينشأ داخل التفاح، وإلا فكيف وصل داخل التفاحة؟ وكان المفترض أن كل هذه المخلوقات دبت فيها الحياة تلقائيا دون وجود أبوين.

إن هذه الحكايات الخرافية عن مخلوقات تنبعث فيها الحياة تلقائياً قديمة جداً ولا يزال هناك من يعتقد بها، برغم أن لويس باستور برهن على عدم صحة ذلك بصورة رائعة في الستينات من القرن الماضي، وقد أنجز معظم هذا العمل في منزل طفولته في آربوا في منطقة الجورا الفرنسية، وكان يُحب العودة إلى ذلك المنزل كل عام، وكان قد عمل بعض الأبحاث قبل ذلك عن التخمر، وبخاصة تخمر الحليب (وتذكرنا كلمة «البسترة» بذلك). بيد أنه بلغ ذروة قوته العلمية عام 1863 (وكان في الأربعين من عمره) عندما طلب منه إمبراطور فرنسا أن يبحث في العوامل التي تفسد عملية تخمر النبيذ في بعض الأحيان، وحل هذه المشكلة في عامين، ومن سخرية القدر أن هاتين السنتين كانتا من بين أفضل السنوات طراً، وإلى يومنا هذا تذكر سنة 1864 كما لا تذكر أية سنة أخرى.

قال باستور: إن «الخمر بحر من الكائنات الحية، ببعضها يعيش الخمر وببعضها يتحلل» وثمة أمران بالغا الأهمية في هذه الفكرة. الأول أن باستور وجد كائنات حية تعيش دون أكسجين، وفي ذلك الوقت كان ذلك هو بعينه

ما يزعج العاملين في صناعة النبيذ، ولكن تبين فيما بعد أن فكرة الكائنات غير الأكسجينية بالغة الأهمية بالنسبة لفهم بداية الحياة، لأن الأرض آنذاك كانت بلا أكسجين. والأمر الثاني أنه كان لدى باستور طريقة رائعة استطاع بواسطتها أن يرى دقائق الحياة في السائل. ولقد أقام باستور شهرته - عندما كان في العشرينات من عمره - على اكتشاف وجود جزيئات ذات أشكال مميزة، ثم بين بعد ذلك أن هذا الشكل المميز هو الدليل المؤكد على مرور هذه الجزيئات خلال دورة الحياة، وقد اتضح أن هذا الأمر كان اكتشافا عميقاً جداً، وما زال محيراً بشكل نجد معه أن من الأفضل أن نورده كما ذكره باستور حرفياً:

«كيف يمكن أن يفسر المرء عملية تخمر النبيذ في البراميل، وتخمر العجين إلى خبز أو تحمض الحليب المتخثر، أو تحول الأوراق والنباتات المدفونة تحت التربة إلى ذبال؟ ويجب علي - حقيقة - أن اعترف أنه قد سيطرت على البحث الذي أقوم به فكرة مؤداها أن تركيب المركبات من وجهة كونه يساريا أو يمينيا[4] (إذا تشابهت بقية الأمور)، يلعب دورا هاما في اعمق قوانين تنظيم الكائنات الحية، كما يدخل في الزوايا الغامضة لفيزيولوجية هذه الكائنات.

إن تركيب المركب، وكونه يساريا أو يمينيا كان الدليل العميق الذي اتبعه باستور في دراسته للحياة. فالعالم مليء بالأشياء التي لها شكلان يختلف فيهما الشكل اليميني عن الشكل اليساري.: فهناك اللولب الذي يستعمل لإخراج سدادات الزجاجات الفلينية وله شكلان أحدهما أسنانه تدور يمنة والأخرى تدور يسرة، وهنالك حيوان الحلزون ومنه أنواع حلزونها يلتف يمينا وأخرى يسارا. وقبل كل شيء هنالك اليدان اليمنى واليسرى، فالواحدة مرآة للأخرى، ولكن لا يمكن إدارتهما بحيث تصبح اليسرى يمنى واليمنى يسرى. وقد كان هذا الأمر معروفا أيام باستور[5]، بالنسبة لبعض البلورات التي تترتب أوجهها على نحو تكنن فيه أشكالا يمينية وأخرى يسارية.

وصنع باستور نماذج خشبية لهذه البلورات (وكان ماهرا في استعمال يديه، كما كان رساما بارعا) ولكن الأهم من ذلك انه صنع نماذج فكرية. ففي بحثه الأول توصل إلى ضرورة وجود جزيئات يمينية وأخرى يسارية، وأن هذه الخاصة المميزة للبلورات يجب أن تكون انعكاسا لنفس الخاصة

في الجزيئات أيضا. ويجب أن تظهر هذه السمة في سلوك الجزيئات في أي وضع غير متناظر مثال ذلك أنه عندما نجعل هذه الجزيئات تذوب في محلول ونمرر خلاله شعاع ضوء مستقطب (أي غير متناظر) فان الجزيئات اليمينية مثلا يجب أن تدير مستوى استقطاب الضوء نحو اليسار وعلى ذلك فمحلول من بلورات مادة كلها من الشكل اليميني فقط سيتصرف بصورة غير متناظرة تجاه حزمة ضوئية غير متناظرة كما يرى في جهاز مقياس الاستقطاب. ولذا فعندما ندير قرص الاستقطاب في هذا الجهاز يبدو المحلول معتما ومضيئا مرة تلو الأخرى، وبشكل متناوب.

والحقيقة الملفتة للنظر هي أن محلولا كيميائيا مستخلصا من خلايا حية يفعل نفس الاستقطاب، وحتى الآن نجهل السبب في أن للحياة هذه الخاص الكيميائية المحددة التي ظلت ملازمة للحياة منذ أن كانت. وهكذا - لأول مرة - ربط باستور كل أشكال الحياة بنوع واحد من التركيب الكيميائي، ومن هذه الفكرة القوية يتبع - منطقياً - أنه يجب أن يكون بوسعنا ربط التطور بالكيمياء.

ولم تعد نظرية التطور اليوم موضع جدل ومنازعات فكرية. وذلك لأن الأدلة التي تسندها أكثر عددا وتنوعا الآن مما كانت عليه أيام داروين ووالاس، و يأتي أحدث دليل على هذه النظرية وأكثرها إثارة للاهتمام من كيمياء جسمنا، ولنضرب مثلا عمليا: باستطاعتي أن أحرك يدي لأن العضلات تحوي مخزونا من الأكسجين، وقد حدث اختزان الأكسجين في العضلات بواسطة بروتين يدعى ميوغلوبين. وهذا البروتين مؤلف مما يزيد على مائة وخمسين حمضا أمينيا. وهذا العدد (150 حمضا أمينيا) هو نفس العدد الموجود في جسمي وأجسام كل الحيوانات الأخرى التي تستعمل الميوغلوبين، ولكن الأحماض الأمينية هذه تختلف اختلافا طفيفا في نوعيتها فيما بين الحيوانات التي تحويها. فبيني وبين الشمبانزي هنالك فرق في حمض أميني واحد فقط، أما بيني وبين قرد الغابة وهو من القردة الدنيا. فهناك عدة أحماض أمينية متباينة، وكذلك يزداد التباين في الأحماض الأمينية اكثر من ذلك عند المقارنة بيني وبين الخروف أو الفأر وهكذا فان عدد الأحماض الأمينية المتباينة يعطي مقياساً لمدى البعد التركيبي بيني وبين الثدييات الأخرى.

وتتركز مشكلة بدء الحياة في الجزيئات البسيطة، التي يمكن أن تتكاثر بنفسها، لا في الجزيئات المعقدة. فالأمر الذي يميز الحياة، هو القدرة على تكوين نسخ متماثلة من نفس الجزيئات. فنحن ندرك تماما ما نبحث عنه لتحديد بداية الحياة: إنها تلك الجزيئات الأساسية، البسيطة، كتلك التي تؤلف لوالب حمض DNA مثل الأدنين والثايمين والغوانين والسيتوزين. وهي قادرة على التكاثر من تلقاء نفسها أثناء انقسام الخلية.

ومن الطبيعي أن يتساءل المرء عما إذا كانت هذه الجزيئات الأساسية قد تشكلت عدة مرات، وفي أماكن مختلفة، وليس ثمة جواب على هذا التساؤل سوى عبر الاستدلال والاستنتاج القائمين على الدليل الذي توفره لنا النماذج الحية اليوم. فالحياة تتحكم بها جزيئات محدودة العدد، وبالتحديد الأسس الأربعة في حمض DNA وهذه - بدورها - تحمل عناصر الوراثة في كل مخلوق معروف، من البكتريا إلى الفيل، ومن الفيروسات إلى الوردة. وهنالك استنتاج واحد يمكن استنباطه من هذا الانتظام والاتساق في ألف باء الحياة: وهو أن هذه هي الترتيبات الذرية الوحيدة التي تحمل تتابع تكاثرها وبذا يكون استمرار الحياة.

إن علم الأحياء (البيولوجيا) محظوظ لاكتشافه في مدى مائة عام حقيقتين أساسيتين: الأولى نظرية التطور بالانتقاء الطبيعي، التي وضعها داروين ووالاس. أما الثانية فهي الكشف - من قبل العلماء المعاصرين - عن كيفية التعبير عن دورات الحياة بشكل كيميائي يربطها بالطبيعة في مجموعها.

في هذا المجال يتبادر سؤال مهم: هل كانت هذه المواد الكيميائية التي بدأت بها الحياة على الأرض خاصة بنا وحدنا فقط؟ وبمعنى آخر: هل بدأت حياة ما على كوكب آخر غير الأرض؟.. في الماضي كنا نميل إلى الاعتقاد بأننا الوحيدون في هذا الكون. ولكن الأدلة الحديثة مختلفة. فقد اكتشف خلال السنوات الأخيرة، من دراسة طيف الأضواء المنبعثة من الفضاء فيما بين النجوم وجود آثار من جزيئات لم يكن يخطر ببالنا قبلا إمكان تكونها في تلك الأصقاع الباردة: مثل سيانيد الهيدروجين، وسيانو الأستيلين وفورم ألديهايد. وهي جزيئات لم نفترض سابقا أنها توجد في أي مكان سوى الأرض. ولذلك فقد يظهر في المستقبل أن الحياة في الكون لها

بدايات مختلفة، وأشكال مختلفة.. ولا يتبع ذلك أبدا أن يكون الخط التطوري الذي سلكته الحياة (إذا قدر واكتشفناها في المستقبل) في الكوكب الآخر مشابها لما حصل على سطح الأرض. كما أن ذلك لا يعني - بالضرورة - أننا سنتعرف عليها كحياة أو أنها هي ستتعرف علينا كأحياء.

# الهوامش

(1) الطبيعيون يعتقدون بأن قوانين الطبيعة مثل وجود علاقة مباشرة بين السبب والنتيجة تنطبق على الناحية الحيوية من الطبيعة كما تنطبق على الناحية المادية.

(2) أي أما تختلف في الصفات والميزات نتيجة هذا الانعزال.

(3) إشارة إلى أن الله تعالى خلق المخلوقات والأرض والسماء جميعاً دفعة واحدة في فترة زمنية محددة.

(4) بعض المركبات الكيماوية تكون بشكلين لا يختلف أحدهما عن الآخر إلا في أن وضع بعض الذرات فيه يكون في الناحية اليسرى بينما يكون في الشكل الآخر على الناحية اليمنى بحيث يكون أحد الشكلين صورة للآخر كما تبدو في المرآة.

(5) بل منذ أيام ابن الهيثم.

# ٩ عالم ضمن عالم

ثمة أشكال سبعة أساسية للبلورات في الطبيعة والعديد من الألوان، وقد خلبت الأشكال دوما لب الإنسان كأشكال في الحيز الفراغي وكوصف للمادة، وقد ظن الإغريق أن عناصرهم كانت فعلا تتشكل بأشكال الأجسام الصلبة المنتظمة. وصحيح وفق المفاهيم الحديثة أن البلورات في الطبيعة تعبر إلى حد ما عن الذرات المؤلفة لها، وهي لذلك تساعد على تصنيف الذرات ضمن عائلات وهذا هو عالم الفيزياء في هذا القرن، وكانت البلورات هي النافذة الأولى التي أطللنا منها على ذلك العالم.

ومن بين كل أنواع البلورات نجد أن أبسطها وأكثرها تواضعا المكعب العديم اللون لملح الطعام، ومع ذلك فانه بالتأكيد واحد من أهم هذه البلورات. ولقد استخرج الملح من منجم فيليشكا الكبير قرب مدينة كراكوف عاصمة بولندا قديما، منذ ما يزيد على ألف عام، وقد احتفظ حتى اليوم ببعض المعدات الخشبية والآلات التي كانت تجرها الخيل في القرن السابع عشر ويحتمل أن يكون السيميائي باراسلسوس قد مر بهذا المنجم أثناء رحلاته شرقا، ولقد غير باراسلسوس نهج السيمياء بعد عام 1500

م بإصراره على أن الملح يجب أن يعد أحد العناصر الأساسية التي يتكون منها الإنسان والطبيعة، فالملح مادة ضرورية للحياة، وكانت له دوما صفة رمزية في كل الثقافات، ولا نزال حتى الآن نستعمل بالإنجليزية كلمة salary للتعبير عما ندفعه راتبا للرجل، رغم أنها تعني «نقود الملح» التي كانت تدفع للجنود الرومان، وفي بعض أجزاء الشرق الأوسط لا تزال كثير من الصفقات توثق بالملح، وفق ما يسميه كتاب العهد القديم «ميثاق الملح إلى الأبد».

وكان باراسلسوس مخطئاً في ناحية واحدة، فالملح وفق المفهوم الحديث، ليس عنصرا. أو مؤلف من عنصرين: الصوديوم والكلور، وهذا أمر عجيب غريب؟ فالصوديوم ذلك المعدن الأبيض الفوار، يتحد مع غاز الكلور السام المصفر، وينتج عن ذلك الاتحاد مركب مستقر هو ملح الطعام. ولكن الأمر الذي يسترعي انتباها اكثر هو أن الصوديوم والكلور ينتميان إلى عائلتين تضم كل منهما عددا من العناصر، وهنالك تدرج منتظم في الخواص ضمن كل عائلة فالصوديوم ينتمي إلى عائلة الفلزات القلوية، والكلور إلى فئة الهالوجينات النشيطة، وتبقى البلورات دون تغير مربعة وشفافة إذا استبدلنا بأحد عناصر العائلة عنصرا آخر من نفس تلك العائلة، فمثلا يمكن بالتأكيد استبدال البوتاسيوم بالصوديوم فينتج كلوريد البوتاسيوم وبالمثل يمكن استبدال العنصر الشقيق البروم بالكلور في العائلة الأخرى، الأمر الذي يؤدي إلى تشكل بروميد الصوديوم، وبالطبع يمكن القيام بتبادل مزدوج، فينتج ملح مثل فلوريد الليثيوم حيث استبدل الليثيوم بالصوديوم. والفلور بالكلور ومع ذلك فان البلورات الناتجة، في كل هذه الأحوال لا يمكن تمييزها عن بعضها بالعين المجردة.

ما هو السبب في تشابه العناصر التي تضمها عائلة واحدة؟ في الستينات من القرن الماضي كان كل العلماء يفكرون في حل لهذا السر، واستطاع عدة علماء الوصول إلى أجوبة متشابهة تقريبا، ولكن الرجل الذي حل هذه المشكلة بشكل أفضل من غيره كان شابا روسياً يدعى ديمتري ايفانوفيتش مندلييف، وكان قد زار منجم الملح في فيليتشكا عام 1958 حين كان في الخامسة والعشرين من عمره شابا فقيرا متواضعا يعمل بجد و يتميز بتوقد الذكاء، وكان أصغر أفراد عائلة كبيرة، ضمت أربعة عشر طفلا على الأقل، وكان مندلييف أحب أخوته إلى قلب أمه الأرملة التي دفعته لدراسة

العلوم بدافع من طموحها لأجله.

إن ما جعل مندلييف متميزا ليس عبقريته فقط بل أيضا شغفه بالعناصر وتعلقه بها، فقد أصبحت هذه العناصر بمثابة أصدقاء شخصيين له، إذ كان يعرف عن كل منها كل شاردة وواردة، وكانت العناصر طبعا تتميز بخاصة أساسية واحدة فقط اقترحها أصلا جون دالتون عام 1805، تلك هي الوزن الذري المميز للعنصر فكيف تستمد الخواص التي تجعل العناصر متشابهة أو مختلفة أصولها من ثابت واحد أو عامل واحد فقط (هو الوزن الذري)؟ تلك هي المشكلة الأساسية التي تصدى لها مندلييف. وقد دون العناصر المعروفة في ذلك الوقت على بطاقات وخلط هذه البطاقات في لعبة اعتاد أصدقاؤه أن يطلقوا عيها اسم: الصبر.

ودوَّن مندلييف على البطاقات العناصر مع أوزانها الذرية ثم رتب هذه البطاقات عموديا حسب ازدياد أوزانها الذرية. ولم يعرف مندلييف ماذا يجب أن يعمل بالهيدروجين أخف العناصر ولذلك تركه خارج مخططه. أما العنصر الذي يلي الهيدروجين في الوزن الذري وهو الهليوم فلحسن حظ مندلييف أنه لم يكن قد اكتشف بعد، ولولا ذلك لكان هذا العنصر شاذا غريبا، إلى أن يتم اكتشاف الغازات الخاملة الأخرى التي تضمها عائلته، وهذا لم يحدث إلا بعد وقت طويل.

ولذا بدأ مندلييف عموده الأول بعنصر الليثيوم أحد المعادن القلوية، وهكذا فان العناصر التي ضمها هذا العمود مرتبة وفق ازدياد الوزن الذري هي: الليثيوم (أخف العناصر بعد الهيدروجين) حسب ما كان معروفا وقتها ثم البريليوم فالبورون، وبعدها العناصر المألوفة: الكربون، والنتروجين والأكسجين ثم العنصر السابع والأخير في العمود وهو الفلور، وكان العنصر التالي وفق ترتيب الأوزان الذرية هو الصوديوم. وبما انه يشبه الليثيوم فقد جدول مندلييف

قرر مندلييف أن هذا هو المكان المناسب لبدء تشكيل عمود جديد مواز للأول، و يتألف العمود الثاني من تتابع عناصر مألوفة: المغنزيوم والألومنيوم والسيليكون والفوسفور والكبريت وأخيرا الكلور ومن الواضح أنها تؤلف عموداً كاملاً من سبعة عناصر بحيث إن آخر عنصر وهو الكلور يقع في نفس الصف الأفقي للفلور.

جدول مندلييف

وواضح أن هناك خاصة في تسلسل الأوزان الذرية ليست عارضة بل نظامية. وتتضح هذه الخاصة مرة ثانية عندما نبدأ العمود الثالث، فالعنصران الأولان وفق ترتيب الأوزان الذرية بعد الكلور هما البوتاسيوم والكالسيوم، وهكذا نجد أن الصف الأفقي الأول يضم الليثيوم والصوديوم والبوتاسيوم، وكلها فلزات قلوية، أما الصف الأفقي الثاني فيضم البريليوم والمغنزيوم ثم الكالسيوم، وهي أيضا فلزات ذات مجموعة أخرى من التشابهات ضمن العائلة الواحدة، وفي الحقيقة أن الصفوف الأفقية في هذا الترتيب ذات مغزى واضح إذ أن كلا منها يضم عائلة واحدة، وهكذا وجد مندلييف علاقة رياضية بين العناصر، أو على الأقل وجد الدليل على ذلك.

فإذا رتبنا هذه العناصر وفق أوزانها الذرية المتزايدة في أعمدة يحوي كل منها سبعة عناصر نحصل على صفوف أفقية يحوي كل منها علاقات تشابه عائلية.

ونستطيع أن نتابع خطة مندلييف حتى عنصر الكالسيوم كما وضعها عام 1871 (أي بعد سنتين من تبلور مفهوم الجدول في فكره) فكل عنصر

يأتي في مكانه المناسب إلى أن تصل إلى العمود الثالث، عندئذ حتما نصادف أول مشكلة، لماذا «حتما»؟ لأنه كما في حالة الهيليوم لم يكن لدى مندلييف كل العناصر ففي ذلك الوقت كان يُعرف فقط ثلاثة وستون عنصرا من أصل اثنين وتسعين، ولهذا فعاجلا أو آجلا كان لابد أن يصادف مندلييف بعض الفجوات في ذلك الجدول، وهكذا كانت الفجوة الأولى التي واجهها مندلييف تماما حيث توقفنا أي في المكان الثالث من العمود الثالث.

أقول إن مندلييف واجه «فجوة»، لكن هذه العبارة المختصرة تخفي وراءها أروع شيء في تفكيره. ففي المكان الثالث من العمود الثالث واجه مندلييف صعوبة، وحل تلك الصعوبة بان ترك مكانها فجوة، وقد اختار ذلك لان العنصر التالي المعروف وهو التيتانيوم لم تكن لديه الصفات التي تؤهله كي يحتل المكان الثالث من العمود الثالث في نفس الصف الأفقي أو ضمن العائلة مع البورون والألومنيوم، وهكذا قال مندلييف: يوجد عنصر مفقود هنا؟ وعندما يكتشف فان وزنه الذري سيضعه قبل التيتانيوم في الجدول، وتركُ هذا المكان فارغا سيجعل عناصر هذا العمود تأخذ مكانها الصحيح في الصفوف الأفقية فالتيتانيوم ينتمي إلى العائلة التي تضم الكربون والسيليكون، وفي الواقع كان ذلك هو مكانه الصحيح في المخطط الأساسي.

كانت فكرة الفجوات أو العناصر المفقودة إلهاماً علمياً، فهي تعبر بصورة عملية عما اقترحه فرانسيس بيكون بكلام عام منذ زمن طويل، بأن الأمثلة الجديدة لقانون طبيعي يمكن التكهن بها أو استنتاجها مسبقا من الأمثلة القديمة المعروفة، وتبين تكهنات مندلييف أن الاستقراء عملية اكثر قيمة وعمقاً في يد العالم مما ظن بيكون والفلاسفة الآخرون، ففي العلوم لا نسير ببساطة وفق تسلسل خطي طولي من حقائق معروفة إلى أخرى مجهولة، بل إن ما نعمله بالأحرى يشبه ما يجري في أحجيات الكلمات المتقاطعة، إذ أننا نتفحص تتابعين منفصلين بحثا عن نقاط التقاطع في هذين التتابعين، فهناك تكمن الأمثلة المجهولة. فمندلييف أمعن النظر في تتابع الأوزان الذرية في كل عمود وكذلك التشابهات العائلية في كل صف أفقي ليعين العناصر الناقصة غير المعروفة عند تقاطع الأعمدة والصفوف الأفقية، وبذلك قام بتنبؤات عملية، كما أوضح تماما كيف يقوم العلماء

فعلا بعملية الاستقراء، وهو أمر غير مفهوم تماما حتى الآن بالنسبة للكثيرين، وعلى ذلك فالنقاط المهمة تتمثل في تلك الأمكنة التي تركها مندلييف فارغة في العمودين الثالث والرابع، ولن أتابع ملء الجدول بعد العمود الثالث ولكن يجب القول بأننا إذا تابعنا على ذات المنوال فان العمود ينتهي كما هو متوقع بأحد عناصر عائلة الهالوجينات الذي هو البروم. وكان هناك عدد من الفراغات، ولكن مندلييف اختار منها ثلاثة، الفراغ الأول هو الذي أشرت إليه قبل قليل أي في الصف الثالث من العمود الثالث، أما المكانان الفارغان الآخران فيقعان في الصفين الثالث والرابع من العمود الرابع، وحول هذه الأمكنة الفارغة تنبأ مندلييف بأنها عند اكتشافها سيكون لها الأوزان الذرية التي ستناسب أمكنة تلك الفراغات، كما تنبأ أيضا بكل صفاتها الفيزيائية والكيمائية التي تتلاءم مع العائلات في الصفين الثالث والرابع الأفقيين.

فعلى سبيل المثال كانت أشهر تنبؤات مندلييف وآخرها تحققا النبوءة الثالثة أي العنصر الذي سماه ايكاسيليكون (شبيه السيليكون) (والذي يحتل الصف الرابع من العمود الرابع)، فقد تنبأ بكل صفات هذا العنصر الغريب والهام بدقة عظيمة، ولكن هذا العنصر لم يكتشف إلا بعد عشرين عاما في ألمانيا، ولم يسم نسبة لمندلييف بل سمي جرمانيوم، وبما أن مندلييف انطلق من مبدأ أن الايكاسيليكون ستكون له صفات متوسطة بين السيليكون والقصدير فقد تنبأ أن هذا العنصر سيكون أثقل من الماء بخمس مرات ونصف، وكان ذلك صحيحا، كما تنبأ أيضا أن أكسيده سيكون اثقل ب 7,4 مرات من الماء وكان ذلك صحيحا أيضا. ونفس الشيء يمكن قوله عن كل الخواص الكيمائية والفيزيائية الأخرى.

وقد جعلت هذه التنبؤات مندلييف مشهورا في كل مكان ما عدا روسيا: إذ لم يكن نبياً هناك لان القيصر لم يكن يحب آراء مندلييف السياسية المتحررة، وأدى اكتشاف عائلة الغازات الخاملة بعدئذ في إنجلترا بدءا من الهيليوم والنيون والأرجون إلى تعزيز نصر مندلييف وتأكيد مكانته، ورغم ذلك فلم ينتخب عضوا في الأكاديمية الروسية للعلوم، ولكن كان لاسمه فعل السحر في بقية أنحاء العالم.

لقد كان واضحا أن الأساس الذي تقوم عليه الذرة أساس عددي، ورغم

ذلك لا يمكن أن يكون ذلك كل ما في الذرة، ولابد أن هنالك شيئا ناقصا، إذ ليس من المعقول أن تكون كل خواص العناصر محتواة في عدد واحد، هو الوزن الذري، فهذا الوزن يخبئ شيئا، فما هو؟ إن وزن الذرة يمكن أن يكون مقياسا لدرجة تعقيدها، فإذا كان الأمر كذلك وجب على هذا الوزن أن ينبئ عن شيء من التركيب الداخلي للذرة، وعن الطريقة التي تبنى فيها الذرة طبيعيا وماديا، وهذا بدوره يولد تلك الخصائص، وبالطبع لم تكن تلك الفكرة معقولة طالما أن الاعتقاد السائد كان بأن الذرة غير قابلة للانقسام.

ولهذا السبب كانت نقطة التحول - عام 1897 - عندما اكتشف ج. ج. طومسون في كامبردج الإلكترون، وقد أدى ذلك إلى إدراك أن للذرة مكونات، وهذا يعني أنها ليست غير قابلة للانقسام، كما يدل ضمنا اسمها اليوناني. فالإلكترون جزء صغير من كتلة الذرة أو وزنها، ولكنه جزء حقيقي يحمل شحنة كهربائية منفردة، وكل عنصر يتميز بعدد معين من الإلكترونات تحملا كل من ذراته. وعدد الإلكترونات عنصر مساو تماما للعدد الذي يدل على ترتيب ذلك العنصر في جدول مندلييف عندما يضاف الهيدروجين والهليوم في المركزين الأول والثاني من هذا الجدول، ثم تأتي ذرة الليثيوم بثلاثة إلكترونات، والبريليوم أربعة، والبورون خمسة، وهكذا بالترتيب في الجدول كله. ويدعى المكان الذي يحتله العنصر في الجدول الدوري بالعدد الذري لذلك العنصر وقد ظهر أن العدد الذري يمثل حقيقة فيزيائية واقعة داخل الذرة؟ أي عدد الإلكترونات في تلك الذرة، وهكذا تبدلت الصورة من الوزن الذري إلى العدد الذري، وهذا يعني أساسا التركيب الذري.

ذلك هو الإنجاز الفكري الذي تبدأ به الفيزياء الحديثة، وهنا يهل العصر العظيم، وتصبح الفيزياء في تلك السنوات أعظم عمل عملي جماعي، بل واكثر من ذلك أعظم عمل فني جماعي في القرن العشرين.

وأقول «عملا فنيا» لأن الفكرة بأن هناك بنية أو تركيبا خفيا فكرة عالم داخل عالم الذرة استحوذ على خيال الفنانين فورا، ونعرف أن الفن منذ مطلع القرن العشرين يختلف عنه قبله، كما يظهر بوضوح في رسوم أي فنان أصيل من ذلك العصر كالفنان امبرتو بوتشيوني مثلا، في لوحتي «قرب الشارع» و«ديناميكية سائق الدراجة» فالفن الحديث بدأ في نفس

الوقت الذي بدأت فيه الفيزياء الحديثة، لان كليهما انطلق من الأفكار ذاتها.

فمنذ عهد «بصريات» نيوتن والرسامون مبهورون بالسطح الملون للأشياء، ولكن القرن العشرين غير ذلك، ومثل أشعة رونتجين السينية اصبح الفن يبحث عن العظام تحت الجلد وعن التركيب الصلب الأعمق الذي يبني من الداخل الشكل الكلي العام للشيء أو الجسم، فرسام مثل جوان غريس منشغل بتحليل التركيب أو البنية، سواء أكان ينظر إلى الأشكال الطبيعية في لوحته «الحياة الساكنة» أم إلى الشكل البشري في لوحة«بييرو».

أما الرسامون التكعيبيون فواضح انهم استلهموا طريقتهم من عائلات البلورات، فهم يرون في هذه البلورات شكل قرية قائمة على منحدر تل، كما فعل جورج براك في لوحته «منازل في لوستاك» أو يرون فيها مجموعة من النساء كما فعل بيكاسو في لوحته المعروفة «آنسات الأفينون». وعندما بدأ بابلو بيكاسو الرسم بالطريقة التكعيبية الشهيرة برسم وجه وحيد في لوحته «صورة دانييل هنري كاهنوايلر» اتضح أن الاهتمام قد انتقل من الجلد والملامح إلى الهندسة الكامنة، فقد مُزق الرأس وقُسِّم إلى أشكال رياضية ثم أعيد تركيبه بجمع تلك الأجزاء وبشكل جديد، عملية إعادة كاملة للتركيب من الداخل إلى الخارج.

هذا البحث الجديد عن التركيب الخفي شديد الوضوح عند رسامي أوربا الشمالية: فرانز مارك في لوحته «غزال في الغابة» التي ينظر فيها إلى الطبيعة، وكذلك الرسام التكعيبي جان متسنغر (أحد المفضلين لدى العلماء) في لوحة «امرأة على الحصان» التي كان يملكها نيلزبوهر الذي كان يجمع اللوحات في بيته في كوبنهاجن.

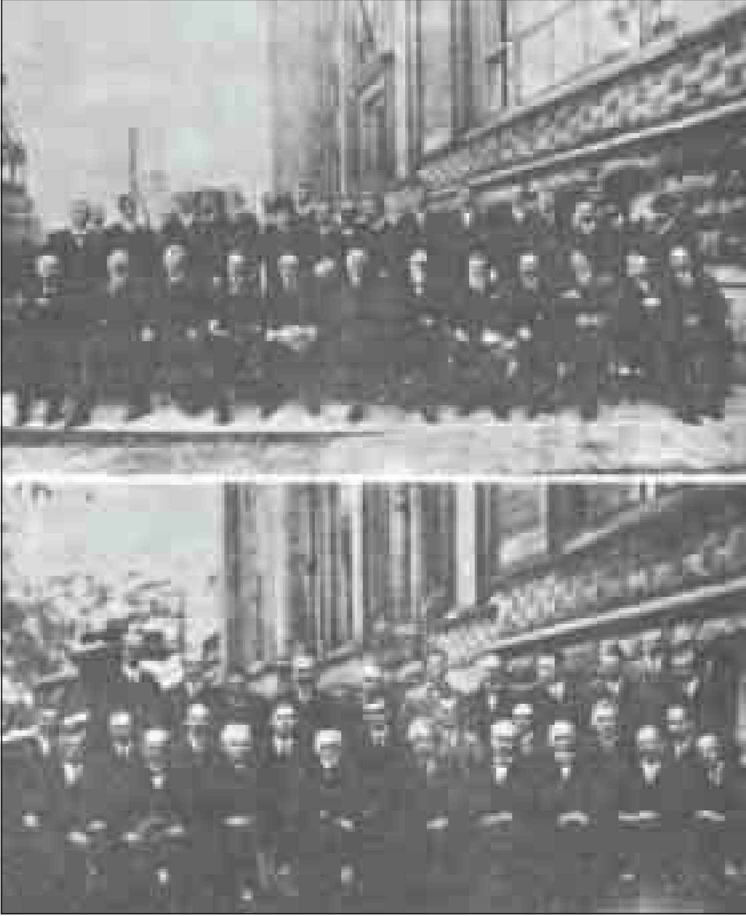
وهناك اختلافان واضحان تماما بين العمل الفني ومقالة البحث العلمي. يتمثل الفرق الأول في أن الرسام بشكل مرئي يمزق أوصال العالم إلى أجزاء متعددة ثم يعيد تركيبها بتصوره الخاص على لوحة القماش، أما الفرق الثاني فهو أنه يمكنك مراقبة كيف يفكر الرسام أثناء إنجازه عمله الفني، مثال ذلك جورج سورا وهو يضع نقطة ملونة بجانب أخرى من لون مغاير كي يحصل على الأثر الكلي في لوحتيه «صبية ومسحوق الزينة» و«المنقار». وفي كلا ناحيتي الفروق هذه تكون المقالة العلمية ناقصة في

اغلب الأحيان. فهي كثيرا ما تكون تحليلية فقط كما إنها تخفي معظم الأحيان عملية التفكير وتغلفها بلغتها العلمية الموضوعية غير الشخصية.

وقد اخترت التحدث عن أحد الآباء المؤسسين لفيزياء القرن العشرين، نيلزبور لأنه في كلا المنحيين السابقي الذكر كان فنانا يرقي إلى القمة، ولم يكن لدى بور أية أجوبة جاهزة، وكان من عادته أن يبدأ محاضراته بالقول لطلابه «يجب أن تعتبروا كل جملة أتفوه بها، لا على أنها توكيد لحقيقة ثابتة، بل تساؤل». والذي كان يتساءل عنه كان تركيب العالم، والناس الذين عمل معهم بور، عندما كان شابا ومسنا (وكان لا يزال نشيطا نافذ العقل في السبعينات من عمره) كانوا من أولئك العلماء الذين قطعوا أوصال العالم إلى أجزاء، وأعملوا فيها عميق فكرهم، ثم أعادوا تركيبها.

وكان بور قد ذهب أول الأمر - عندما كان في العشرينات من عمره - للعمل مع ج. ج تومسون وتلميذه - لفترة قصيرة - ارنست رذر فورد الذي كان الفيزيائي التجريبي البارز في العالم حوالي عام 1910، (وقد توجه كل من تومسون ورذر فورد إلى العلوم تحقيقا لرغبة والدتيهما الأرملتين، مثل مندلييف). وكان رذر فورد وقت ذاك أستاذا في جامعة مانشستر، وفي عام 1911 اقترح نموذجا جديدا للذرة، ووفقا لهذا النموذج تتركز معظم كتلة الذرة في نواتها الثقيلة التي تكون في الوسط، وتتحرك الإلكترونات في أفلاك دائرية حول هذه النواة، تماما كما تدور الكواكب حول الشمس، وقد كانت هذه الفكرة رائعة، ويالها من سخرية تاريخية وجميلة أن تصبح تصورات كوبر نيكوس وغاليليو ونيوتن - وكانت تثير السخط - أفضل الأمثلة التي تحتذي طبيعيا من كل عالم، وكثيراً ما يحدث في العلم تصبح النظرية غير المعقولة في عصر ما الصورة اليومية المقبولة في عصر لاحق.

ومع ذلك، فقد كان هناك خطأ ما في نموذج رذرفورد للذرة. فلو كانت الذرة آلة صغيرة، فكيف يمكن لتركيبها أن يفسر عدم توقف حركتها، بمعنى أن هذا النموذج يجعلها آلة دائمة الحركة، والآلة الدائمة الحركة الوحيدة التي لدينا؟ فالكواكب تفقد باستمرار جزءا من طاقتها بدورانها حول الشمس، بحيث إن مدار أي كوكب يصغر سنة بعد أخرى، وبالطبع فان هذا التناقص في مدار الكوكب صغير للغاية، ولكن الكوكب سيسقط في نهاية الأمر في الشمس. فلو كانت الإلكترونات كالكواكب تماما فإنها ستسقط في النواة،



اللوحة رقم 29

اجتماعان لكبار علماء الفيزياء الذرية الحديثة

الصورة (ا) لأول اجتماع لمؤتمر سولفي عام ١٩١١. و يظهر رذرفورد جالسا في الصف الأول وهو الثاني من اليسار اماج. ج. تومسون فهو الرابع من اليسار في الصف ذاته. وفي الصف الخلفي أينشتاين هو الحادي عشر بدءاً من اليسار بينما ماري كوري هي السابعة في الصف ذاته.

الصورة (ب)

صورة لمؤتمر سولفي الخامس عام 01927 انتقل آينشتاين وماري كوري إلى الصف الأول (هو في المنتصف بينما هي الثالثة بدءا من اليسار) أما الصفوف الخلفية فمليئة بعلماء الأجيال اللاحقة وهكذا فان لويس دوبرولي وماكس بورن ونيلزبور يجلسون في أقصى يمين الصف الثاني (بور هو الأول) بينما يقف شرود نفر في الصف الثالث (السادس من اليسار) وهايزنبرغ الثالث من اليمين في الصف نفسه.

إذن فلابد من وجود شيء يحول دون فقدان الإلكترونات للطاقة باستمرار. وهذا أمر تطلب مبدءا جديدا في الفيزياء، بحيث تقتصر كمية الطاقة التي يستطيع الإلكترون إطلاقها على قيم محددة. فبهذه الطريقة فقط يمكن أن يوجد مقياس ووحدة محددة يمسكان بالإلكترونات في مدارات محددة الحجم.

وقد اكتشف نيلزبور الوحدة التي كان يبحث عنها في العمل الذي نشره ماكس بلانك في ألمانيا عام 1900، فقد بيَّن بلانك قبل اثنتي عشرة سنة انه في عالم توجد فيه المادة بشكل كتل يجب أن تكون الطاقة أيضا على شكل كتل أو (الكم)[1]، وهي فكرة لا تبدو شديدة الغرابة اليوم، ولكن بلانك كان مدركا: مقدار ثورية تلك الفكرة منذ أن خطرت له، لأنه في نفس اليوم الذي خطرت له فيه أخذ ابنه الصغير في واحدة من تلك النزهات الصغيرة التي اعتاد الأكاديميون في كل أنحاء العالم أن يقوموا بها بعد الغذاء، وقال له «لقد خطرت لي اليوم فكرة تشبه في ثوريتها وعظمتها تلك التي خطرت لنيوتن». وفعلا كانت الفكرة كذلك.

ومن زاوية معينة كانت مهمة بوهر سهلة، فمن جهة كانت لديه ذرة رذرفورد، ومن الجهة الأخرى كانت هناك نظرية الكم فما هو الشيء المثير الرائع في شاب في السابعة والعشرين من عمره يدمج هاتين الفكرتين معا واضعا بالنتيجة النموذج الذري الحديث؟ لا شيء سوى طريقة التفكير الواضحة والرائعة، ولا شيء سوى جهد التركيب والبناء والفكرة بأن يبحث عن دعم لها في المكان الوحيد الذي يمكن فيه الحصول على دعم: بصمة الذرة، أي الطيف الذي يصبح فيه سلوك الذرة مرئيا لنا ونحن ننظر إليها من الخارج.

تلك كانت فكرة بور الرائعة. فداخل الذرة غير مرئي، إلا أن ثمة نافذة يمكن خلالها النظر إلى الداخل، نافذة من زجاج ملون هي طيف الذرة. فلكل عنصر طيفه الخاص به وهو طيف غير مستمر بعكس الطيف الذي حصل عليه نيوتن من الضوء الأبيض، فطيف كل عنصر فيه عدد من الخطوط اللامعة التي تميز كل عنصر، فمثلا نجد أن للهيدروجين ثلاثة خطوط ساطعة واضحة نوعا ما في طيفه المرئي: خط احمر وخط اخضر مزرق وخط أزرق، وقد علل بور هذه الخطوط بان كلا منها يمثل انطلاق

طاقة عندما يقفز الإلكترون الوحيد في ذرة الهيدروجين من أحد المدارات الخارجية إلى أحد المدارات الداخلية.

وطالما بقي إلكترون ذرة الهيدروجين في نفس المدار فإنه لا يصدر أية طاقة، وعندما يقفز من مدار خارجي إلى مدار داخلي فإن فرق الطاقة بين المدارين هو الذي ينطلق نحو الخارج ككتلة أو كم ضوئي، وهذه الكميات من الطاقة الصادرة من بلايين الذرات في وقت واحد هي التي نراها كخط مميز في طيف الهيدروجين: فاق الأحمر عائد إلى قفز الإلكترون من المدار الثالث إلى الثاني والأخضر المزرق يعود إلى قفز الإلكترون من المدار الرابع إلى الثاني، وأصبح بحث بور عن «نظام الذرات والجزيئات» حقيقة كلاسيكية على الفور، وبات تركيب الذرة الآن مسألة رياضية مثل عالم نيوتن، ولكنه حوى المبدأ الإضافي - مبدأ الكم - وهكذا بني بور عالما داخل الذرة بالذهاب إلى أبعد من قوانين الفيزياء التي ظلت سائدة طوال قرنين من الزمن بعد نيوتن. وعاد بور منتصرا إلى كوبنهاجن، وأصبحت الدانمارك وطنه مرة ثانية ومكانا جديدا ليعمل فيه. وفي عام 1920 أقاموا - تكريما له - معهد نيلز بوهر في كوبنهاجن، وصار الشبان يقصدونه من كل مكان، من أوروبا ومن أمريكا ومن الشرق الأقصى، ليتباحثوا في فيزياء الكم، ومن ألمانيا كان يتردد عليه فيرنر هايزنبرغ الذي استوحى كثيرا من أفكاره الهامة هناك. إذ لم يكن بور يدع أحدا يتوقف عند فكرة نصف تامة.

ومن الممتع تعقب الخطوات التي تم بها إثبات نموذج بور الذري، لأن ذلك بطريقة ما يعيد للأذهان دورة حياة كل نظرية علمية، فأولا تأتي ورقة البحث، وفيها تستخدم كل النتائج المعروفة في سبيل تأييد النموذج الذي تطرحه هذه النظرية، كأن يبين أن طيف الهيدروجين بشكل خاص فيه خطوط معروفة منذ أمد وتتوافق مواضعها مع تنقل كميات طاقة الإلكترون من مدار إلى آخر.

أما الخطوة التالية فهي توسيع هذا النوع من التوكيد إلى ظاهرة جديدة: إلى خطوط ذات طاقة أعلى في طيف الأشعة السينية، وهي خطوط غير مرئية، ولكنها تتشكل بالطريقة ذاتها أي بقفز الإلكترون، وكان هذا البحث جاريا في مختبر رذر فورد عام 1913، وأدى إلى نتائج جميلة أيدت تماما ما تنبأ به بور، والرجل الذي قام بذلك هو هاري موسلي الذي كان في السابعة




اللوحة رقم (30)

إن داخل الذرة غير مرئي، بيد أن هنالك نافذة زجاجية ملونة: ذلك هو طيف الذرة.
- طيف غاز الهيدروجين، والحزم التي فسرها نيلز بور عام 1913 على أنها قفزات إلكترونية من مدار إلى آخر ضمن الذرة. لكن لويس دوبرولي فسر هذه المدارات بعدئذ، على أنها شرائط موجية مستقرة ومحددة، بحيث تكون المدارات مكانا لعدد صحيح من الأمواج المغلقة حول النواة.

والعشرين من عمره، والذي لم يقم، مع الأسف، بأي عمل باهر آخر، لأنه مات في الهجوم البريطاني التعيس الفاشل على غاليبولي عام 1915. وهي حملة كلفت - بصورة غير مباشرة - الكثير من أرواح شباب آخرين، كان يمكن أن يكون لهم مستقبل باهر ومنهم الشاعر روبرت بروك. وكما في عمل مندلييف أشار عمل موسلي ضمنا إلى أن بعض العناصر مفقودة، وقد اكتشف أحد هذه العناصر في مختبر بور، وسمي هافنيوم، وهو الاسم اللاتيني لمدينة كوبنهاجن. وقد أعلن بور عرضا اكتشاف هذا العنصر في الخطاب الذي ألقاه عند قبوله جائزة نوبل في الفيزياء عام 1922، ولا يمكن نسيان موضوع ذلك الخطاب، حيث وصف بور بالتفصيل ما أوجزه فيما يكاد يكون شعرا في خطاب آخر:

كيف أن مفهوم الكم قد: «أدى تدريجيا إلى تصنيف منظم لأنواع الارتباط الساكن لأي إلكترون داخل الذرة، الأمر الذي قدم تفسيرا كاملا للعلاقات الملفتة للنظر بين الخواص الفيزيائية والكيميائية للعناصر، كما هو معبر عنها في جدول مندلييف الدوري الشهير، و يأتي تعليل خواص المادة بهذه الطريقة تحقيقا لفكرة مثالية قديمة تقول باختزال وضع القوانين الطبيعية إلى مجرد أعداد بحتة، وهو أمر يفوق حتى أحلام الفيثاغوريين».

وفي هذه اللحظة بالذات، عندما بدا أن كل شيء كان سائرا على نحو رائع، بدأنا ندرك فجأة أن نظرية بور - كأية نظرية أخرى - تقترب من حدود ما يمكنها أن تعمله، وفعلا بدأت تظهر على نظرية بور بوادر الضعف، كما لو كانت تشكو من ألم المفاصل الروماتيزمي، ثم تبين في النهاية أن هذه النظرية لم تحل المعضلة الحقيقية المتعلقة بتركيب الذرة على الإطلاق، فقد كانت كما لو أننا كسرنا قشرة البيضة، ولكن داخل القشرة تكون الذرة كبيضة ذات صفار أو مح يمثل النواة، وتبين أننا لم نبدأ بعد في فهم هذه النواة وإدراكها.

وكان نيلزبور ميالا للتأمل والراحة، وعندما منح جائزة نوبل صرف نقودها في شراء منزل في الريف، كما امتد تذوقه للفن إلى الشعر، وقد قال لهايزنبرغ: «عندما يتعلق الأمر بالذرات فان اللغة تستعمل فقط كما في الشعر، فالشاعر أيضا لا يهتم بوصف الحقائق قدر اهتمامه بخلق الصور»، وهي فكرة غير متوقعة، فعندما يتعلق الأمر بالذرات لا تصف

اللغة أية حقائق بل تخلق صورا، والأمر كذلك، فكل ما يقع دون العالم المرئي أمر تخيلي دائما بالمعنى الحرفي، عرض من الصور الخيالية، وليس ثمة طريقة أخرى للحديث عما هو غير مرئي، سواء كان ذلك في الطبيعة أو في الفن، أو في العلوم.

وعندما ندخل عبر بوابة الذرة نصبح في عالم لا يمكن لحواسنا أن تجربه أو تحس به، فهناك هندسة بنائية جديدة داخل الذرة، طريقة تترتب وفقها الأشياء ولا نستطيع معرفتها، فنحن نحاول فقط أن نصورها بالتشبيه أو الأمثولة، وهذا فعل من أفعال التخيل جديد، فالصور الهندسية تأتي من عالم حواسنا الملموس لأن ذلك هو العالم الوحيد الذي يمكن للكلمات أن تصفه، ولكن كل الطرق التي نلجأ إليها لتصوير العالم غير المرئي عبارة عن استعارات وتشبيهات ننتزعها من العالم الأكبر - عالم العين والأذن واللمس.

وعندما اكتشفنا أن الذرات ليست أصغر وحدات بناء المادة، أمكننا أن نحاول عمل نماذج توضح كيف تترابط وتعمل وحدات البناء هذه بعضها مع بعض. والقصد من هذه النماذج أن تبين - بالمقارنة بالأمثال - كيفية تركيب المادة، ولذا فحتى نختبر هذه النماذج علينا تجزئة المادة وتقطيعها قطعا، كما يفعل قاطع الماس الذي يتلمس تركيب البلورة.

إن ارتقاء الإنسان عملية تركيب تزداد غنى باستمرار، ولكن كل خطوة فيه عبارة عن جهد في التحليل، وتحليل يزداد عمقا، عالم بداخل عالم. وعندما اكتشف أن الذرة قابلة للانقسام بدا أن من المحتمل أن يكون مركزها - النواة - غير قابل للانقسام... ثم ظهر بعد ذلك - حوالي عام 1930 - أن هذا النموذج يحتاج إلى بعض التعديل. فقد تبين أيضا أن مركز الذرة (النواة) ليس نهاية أصغر أجزاء الحقيقة غير القابلة للانقسام (فقد أمكن شطر النواة).

ويقول أحبار التوراة: إنه عند غروب شمس اليوم السادس من أيام الخليقة صنع اله للإنسان عددا من الأدوات تمنحه موهبة الخلق أيضا، ولو كان هؤلاء الأحبار أحياء في هذا العمر لقالوا بأن «الله خلق النيوترون» وأعطاه للإنسان كي يقوم بهذه المهمة. وهنا في أوكر يدج، في ولاية تنيسي الأمريكية، تتوهج النيوترونات بلون أزرق، وما هذا الوهج الأزرق سوى رمز لإصبع الله تعالى وهي تلمس آدم في لوحة مايكل أنجلو لا لتمنحه الحياة

بل لتعطيه القوة.

يجب عليَّ ألا أبدأ الحديث عن هذا الموضوع في هذه المرحلة المبكرة، واسمحوا لي أن أبدأ القصة من عام 1930. ففي ذلك الوقت كان الاعتقاد بأن النواة غير قابلة للانقسام يبدو غير قابل للنقاش كما كان الوضع بالنسبة للذرة من قبل، وكانت المشكلة تتمثل في عدم وجود أية طريقة لشطر النواة وتجزئتها إلى أقسام صغيرة مشحونة كهربائيا، فالأعداد لم تكن لتتوافق، إذ أن النواة تحمل شحنة موجبة (كي تعادل شحنة الإلكترونات السالبة في الذرة) وعدد الشحنة الموجبة مساو للعدد الذري، ولكن كتلة النواة لا تساوي مضاعفا ثابتا لهذه الشحنة، فهي تتراوح بين كونها مساوية للشحنة تماما كما في حالة الهيدروجين وبين ما يزيد كثيرا على ضعف هذه الشحنة في العناصر الثقيلة، ولم يكن هذا الأمر ممكن التعليل، طالما بقي الجميع مقتنعين أن كل المادة يجب أن تبنى من الكهرباء.

ويعود الفضل إلى جيمس شادويك في مخالفة هذا الاعتقاد العميق الجذور. وبرهن عام 1932 على أن النواة مؤلفة من نوعين من الجسيمات، فبالإضافة إلى البروتون المشحون شحنة موجبة، هنالك أيضا النيوترون غير المشحون كهربائيا. وهاتان الجسيمتان - البروتون والنيوترون - متساويتان تقريبا في الكتلة التي هي قريبة بدورها من الوزن الذري للهيدروجين. فالهيدروجين العادي فقط (أي أبسط أنواع الهيدروجين) لا تحوى نواته أية نيوترونات، بل تحوى فقط بروتونا واحدا.

وهكذا ظهر النيوترون كنوع جديد من وسائل الكشف وسبرغور المادة كلهب السيميائيين القدماء، لأن النيوترون لا يحمل شحنة كهربائية، ولذا يمكن إطلاقه على نوى الذرات دون أحداث أي اضطراب كهربائي يغير هذه النوى. وكان السيميائي الحديث - الرجل الذي استفاد من هذه الأداة اكثر من أي إنسان آخر - هو انريكو فرمي في روما.

كان انريكو فرمي مخلوقا غريبا، ولم اعرف هذا الإنسان إلا في وقت متأخر كثيرا، وذلك لأنه في عام 1934 كانت روما في قبضة موسوليني، كما كانت برلين في قبضة هتلر، ولم يكن بوسع أمثالي السفر إلى أي من المدينتين.

ولكن عندما رأيته في نيويورك - فيما بعد - أعطاني الانطباع بأنه أذكى

إنسان وقعت عليه عيناي، وقد يكون هنالك استثناء واحد؟ كان فرمي ممتلئا، صغير الحجم، قويا، نافذ البصيرة ويتمتع بروح رياضية عالية. كما كان دوما واضحا في تفكيره حول الاتجاه الذي يبحث فيه عقله، كما لو كان يستطيع رؤية الأشياء حتى أعماقها السحيقة.

وبدأ فرمي بإطلاق النيوترونات على كل عنصر الواحد تلو الآخر، وأصبحت خرافة تحول المعادن الخسيسة إلى ثمينة حقيقة على يديه، وكان يمكن رؤية النيوترونات وهي تنساب من مفاعله النووي، لأن ذلك المفاعل كان من النوع المسمى «مفاعل حوض السباحة». ذلك أن النيوترونات في هذا النوع الأول من المفاعلات كانت تمرر في حوض ماء لإقلال سرعتها وبذا يتوهج مسارها في الماء بلون أزرق، والاسم العلمي لهذا النوع من المفاعلات هو مفاعل نظائر ذو تدفق عال high flux isotope reactor وقد تم تطويره في أوكريدج بولاية تنيسي الأمريكية.

وبالطبع كان تحويل العناصر حلما قديما، ولكن بالنسبة لأشخاص مثلي ميالين للتفكير النظري فإن أكثر ما كان مثيراً في الثلاثينات من هذا القرن هو أنه في ذلك العقد بدأ كشف تطور الطبيعة، ويتحتم عليّ أن أوضح هذه العبارة؛ فلقد بدأت هذا الموضوع بالحديث عن يوم الخليقة، وسأكرر ذلك مرة أخرى، فمن أين نبدأ؟ ذكر جيمس أشر رئيس أساقفة أرماغ، في أيرلندا الشمالية، حوالي عام 1650، أن الكون قد خلق عام 4004 قبل الميلاد. ولأنه كان مسلحاً بالجهل والتعصب فقد رفض أي رد أو جدال، وهكذا فإنه عرف ليس فقط سنة الحلق، بل الشهر واليوم والساعة أيضا، (وهو تاريخ نسيته لحسن الحظ)، ولكن أحجية عمر الكون بقيت دون حل وبقيت معضلة متناقضة حتى انقضت سنوات عدة من هذا القرن. لأنه بينما كان من الواضح أن عمر الأرض يزيد على ملايين عديدة جدا من السنين، لم يكن بوسعنا تصور من أين جاءت الطاقة التي تصدر عن الشمس والنجوم وتبقيها مضيئة مشعة مدة طويلة من الزمن، إلى أن وضع آينشتاين معادلاته التي تبين أن فقدان المادة ينتج طاقة، ورغم ذلك فقد بقي السؤال: كيف يعاد تنظيم المادة؟

وهذا السؤال هو سر الطاقة والباب لفهم ذلك السر قام بفتحه اكتشاف شادويك. ففي عام 1939 قام هانس بته Hans Bethe الذي كان يعمل في

جامعة كورنل، للمرة الأولى بتفسير ما يحصل في الشمس، بعبارات غاية في الدقة من حيث تحول الهيدروجين إلى هيليوم، مع نقص في الكتلة يتحول إلى طاقة تتساب إلينا كهدية غالية. وقد تلحظون أنني عندما أتحدث عن هذه الأمور أتحدث بنوع من العاطفية لأنها بالنسبة لي ذات أهمية تتعلق بتجربتي لا بمجرد ذاكرتي. ذلك أن تعليل هانس بته - بالنسبة لي - واضح وضوحاً شديداً يوازي وضوح يوم زواجي، وبعض المعالم التي تلت زواجي كمولد أطفالي. لأن ما تكشف خلال السنوات التي تلت (والذي اختتم بتحليل محدد عام 1957) أظهر أن هنالك عمليات تجري باستمرار في النجوم. تؤدي إلى بناء الذرات، واحدة تلو الأخرى، في تعقيد متزايد من ذرات بسيطة إلى ذرات معقدة، فالمادة ذاتها «تتطور». وهذه الكلمة مستعارة بالطبع من داروين وعلم الأحياء، ولكنها الكلمة التي بدلت الفيزياء في فترة حياتي.

إن الخطوة الأولى في تطور العناصر، تحدث في النجوم الفتية، كالشمس مثلا. فهناك يتحول الهيدروجين إلى هيليوم، وهذا الأمر يحتاج إلى حرارة هائلة داخل هذه النجوم. وما نراه على سطح الشمس ليس سوى عواصف ناتجة عن ذلك الفعل. (تأكد وجود الهيليوم في الشمس، لأول مرة، من دراسة طيف الشمس، أثناء الكسوف الذي حصل عام 1868، وقد سمي هيليوما، أي غاز الشمس لهذا السبب، حيث لم يكن معروفاً عندئذ في الأرض). والذي يحدث أنه - من وقت لآخر - تتصادم نواتان من الهيدروجين الثقيل وتندمجان معا لتشكلا نواة ذرة هيليوم.

ومع مرور الزمن ستصبح الشمس - في معظمها - من الهيليوم، وعندئذ ستصبح نجما ذا درجة حرارة أعلى، حيث يؤدي تصادم نوى الهيليوم - بدوره - إلى تشكيل ذرات أثقل. فالكربون مثلا، يتشكل في أي نجم، عندما تتصادم فيه ثلاث نوى هيليوم في نقطة واحدة، في فترة تقل عن جزء من مليون جزء من الثانية. وكل ذرة كربون، في أي كائن حي إنما تشكلت بمثل هذا الاصطدام الذي يبدو قليل احتمال الحدوث. وبعد الكربون، يتشكل الأكسجين والسيليكون والكبريت والعناصر الثقيلة (بنفس الأسلوب وإنما بتدرج في التعقيد). إن هذه العناصر التي تعتبر أكثر ثباتاً من غيرها موجودة في منتصف جدول مندلييف، وعلى وجه التقريب بين الحديد

والفضة. ولكن عملية بناء العناصر تتجاوز هذه العناصر بكثير.

والتساؤل الذي يخطر بالبال هو أنه إذا كانت العناصر تتشكل بهذه الطريقة، واحداً بعد الآخر، فلماذا إذن توقف الطبيعة هذه العملية عند حد معين؟ لماذا نجد اثنين وتسعين عنصرا فقط، آخرها اليورانيوم؟ للإجابة على هذا السؤال علينا أن نصطنع بعض العناصر التي تتجاوز اليورانيوم، وأن نثبت أنه عندما تكبر الذرة فوق حد معين فإنها تصبح أكثر تعقيدا، وتميل بالتالي إلى الانهيار والتفكك إلى أجزاء أصغر، وعندما نصطنع أمثال هذه العناصر فإننا لا نصطنع عناصر جديدة فحسب، بل نصطنع شيئا فيه إمكانية الانفجار؛ فعنصر البلوتونيوم الذي صنعه فرمي في أول مفاعل تاريخي يعتمد الغرافيت كمادة مهدئة كان العنصر الذي صنعه الإنسان وبين للعالم أجمع تلك القوة الانفجارية، ويعتبر هذا العنصر نصبا شامخا لعبقرية فرمى، ولكنني أنظر إليه كقربان لإله الشر والعالم السفلي، بلوتو، الذي أخذ اسمه لهذا العنصر. ذلك أن أربعين ألف إنسان ماتوا في ناغازاكي عندما ألقيت عليهم قنبلة البلوتونيوم الذرية. وهذه مرة أخرى في تاريخ العالم يُخلد فيها نصب معين شخصا عظيما وآلاف الموتى، في نفس الوقت.

وهنا علي أن أعود ثانية إلى منجم ملح فلتشكا في بولندا، لأن هنالك تناقضا تاريخيا يجب توضيحه هنا. فالعناصر تتكون في النجوم بصورة مستمرة، ومع ذلك فقد اعتدنا على الاعتقاد بأن الكون آيل إلى نهاية قريبة. فلماذا؟ وكيف؟

إن فكرة أيلولة الكون إلى نهاية قريبة تأتي من ملاحظة بسيطة لأية آلة. فكل آلة تستهلك من الطاقة اكثر مما تعطي؟ إذ أن بعض هذه الطاقة يضيع في الاحتكاك، وبعضها الآخر يضيع في اهترائها مع الزمن. وفي بعض الآلات الأكثر تقدما من المحاور الخشبية القديمة في فلتشكا، تضيع الطاقة بطرق أخرى ضرورية لعمل الآلات: كما في المشع الذي يبرد الآلة أو ماص الارتجاج. ففي كل هذه الطرق تنحط الطاقة، (أي يضيع قسم منها دون فائدة). فهناك كمية من الطاقة التي لا يمكن الوصول إليها واستعمالها ونحن دوما نضيف إلى تلك الكمية جزءا من الطاقة لا يمكن استعادته أو الاستفادة منه.

وفي عام 1850 وضع رودلف كلوزيوس هذه الفكرة في مبدأ أساسي؛ فقد قال بأن ثمة طاقة متوفرة وقابلة للاستعمال، وثمة بقية من طاقة لا يمكن الوصول إليها، وهذه الطاقة التي يصعب الوصول إليها هي ما أطلق عليه كلوز يوس اسم «الطاقة الداخلية» (انتروبي) Antropy. وصاغ كلوزيوس المبدأ الثاني الشهير للحرارة الديناميكية (الثرموديناميكية) بالشكل التالي: الطاقة الداخلية (الأنتروبي) في ازدياد دائم، ففي الكون تنساب الحرارة إلى ما يشبه بحيرة التعادل حيث لا يمكن الاستفادة مما تحويه من حرارة.

وكانت تلك الفكرة لطيفة قبل مائة عام، فعندها كانت الفكرة السائدة أن الحرارة نوع من سائل. ولكن الحرارة ليست شيئا ماديا، شأنها في ذلك شأن النار، أو الحياة. فالحرارة حركة عشوائية للذرات، و يعود الفضل إلى لودفيغ بولتزمان من النمسا في عقل هذه الفكرة بشكل باهر، لإعطاء تفسير جديد لما يحصل في الآلة، أو المحرك البخاري، أو الكون.

وهكذا قال بولتزمان إنه عندما تنحط الطاقة فإن الذرات تتخذ حالة أكثر عشوائية، وعلى هذا فإن الطاقة الداخلية (الأنتروبي) مقياس لهذه العشوائية أو عدم النظام. تلك هي الفكرة العميقة التي انبثقت عن تفسير بولتزمان الجديد.

وبالطبع فان حدوث الحالات غير المنتظمة أكثر احتمالا من الحالات المنتظمة، لأن أي تجمع للذرات بشكل عشوائي سوف يكون غير منتظم، وهكذا بشكل عام فان أي ترتيب منتظم للذرات سوف يضمحل إلى عدم الانتظام، بيد أن «بشكل عام» لا تعني «دائماً». إذ ليس من الصحيح أن الحالات المنتظمة تتحول بصورة «دائمة» إلى الفوضى وعدم الانتظام. فهذا القانون إحصائي، و يعني ذلك فقط أن النظام «يميل» إلى الزوال. ولكن الإحصاءات لا تقول «دائماً». ذلك أن الإحصاء يسمح للنظام بأن يتنامى في بعض مواقع هذا الكون (هنا على الأرض، فيكم، وفّي أنا ... في النجوم، وفي جميع الأمكنة على اختلاف أنواعها) بينما يحدث عدم النظام (الفوضى) في مواقع أخرى.

إن ذلك مفهوم رائع وجميل. ولكن هناك سؤالا واحداً يجب طرحه. فإذا صح أن الاحتمال هو الذي جلبنا هنا، أليس ذلك الاحتمال ضئيلا جداً؟ بحيث إنه لا حق لنا بأن نكون موجودين هنا؟

إن الناس الذين يطرحون ذلك السؤال يصورونه دوماً كما يلي: فكروا بكل الذرات التي تشكل جسمي في هذه اللحظة. كم هو بعيد الاحتمال جداً إلى حد الجنون أن تأتي هذه الذرات معاً إلى هذا المكان، في هذه اللحظة، وتشكلني. نعم، إن هذا صحيح، فلو أن ذلك التركيب حصل بهذه الكيفية، فلن يكون هذا الأمر غير محتمل فقط، بل سيكون مستحيلا.

ولكن ما يحدث في الطبيعة لا يكون بهذا الشكل. فما يحدث يكون بخطوات على مراحل. فالذرات تشكل الجزيئات، والجزيئات تشكل القواعد، وهذه القواعد توجه تشكيل الأحماض الأمينية، التي تشكل بدورها البروتينات، وتعمل هذه البروتينات في الخلايا. وتكون الخلايا بادئ ذي بدء الحيوانات البسيطة، ومن ثم الحيوانات المعقدة، في خطوات متدرجة صعوداً خطوة تلو أخرى. فالوحدات المستقرة التي تؤلف أحد المستويات أو طبقة من الطبقات هي المواد الخام للتقابلات العشوائية التي تنتج تشكيلات أعلى يصدف أن يكون بعضها ثابتاً. وطالما بقيت هنالك إمكانية كامنة للاستقرار، لم تتحقق بعد، فليس ثمة طريق آخر للصدفة لأن تعمل. فالتطور صعود درج أو سلم من البسيط إلى المعقد بخطوات كل خطوة منها ثابتة بحد ذاتها.

وبما أن هذا الأمر من صلب موضوعي، فلقد أطلقت عليه اسم «الاستقرار الطبقي» أي استقرار طبقة فوق أخرى مستقرة، ذلك هو الذي جعل الحياة تصعد سلم التعقيد بخطى وئيدة ولكن مستمرة، الأمر الذي يشكل النقطة المركزية في موضوع التقدم ومشكلة التطور. ونحن ندرك الآن أن هذا الأمر صحيح ليس فقط بالنسبة للحياة، بل أيضاً بالنسبة للمادة. فلو كان على النجوم أن تبني عنصراً ثقيلا كالحديد أو عنصراً أثقل بكثير مثل اليورانيوم بتجميع أجزائه دفعة واحدة لكان ذلك أقرب إلى المستحيل. وما يجري في نجم ما هو أن يتحول الهيدروجين إلى هيليوم، ثم وفي مرحلة أخرى، في نجم آخر، يتجمع الهيليوم متحولا إلى كربون، والى أكسجين والى عناصر ثقيلة وهكذا، خطوة، خطوة، صعوداً على السلم أو الدرج، تتشكل العناصر الاثنان والتسعون في الطبيعة.

وليس في وسعنا أن نقوم بالعمليات التي تحصل في النجوم بشكل عام، لأنه ليست لدينا القدرة على تحضير درجات الحرارة الهائلة التي يحتاجها



اللوحة رقم (31)

يحول النجم الهيدورجين إلى هيليوم. ثم في مرحلة أخرى، يتجمع الهيليوم متحولا إلى الكربون. إلى الأوكسجين، والى العناصر الثقيلة..

السديم العظيم (م-42) في الصيد صورة أخذت بواسطة التلسكوب الضخم الموجود على جبل بالومار في جنوب كاليفورنيا. يبعد هذا السديم 1500 سنة ضوئية عن الأرض. وقد لوحظ فيه تشكل العديد من النجوم المتغيرة، بدءا من الهيدروجين الموجود بين النجوم.

دمج أغلب العناصر. ولكننا بدأنا في وضع قدمنا على أول درجة في إلى سلم: تقليد الخطوة الأولى أي تحويل الهيدروجين إلى هيليوم. وفي جزء آخر من اوكريدج، في ولاية تنيسي الأمريكية، يقوم العلماء بمحاولة الدمج

تلك.

على أنه من الصعب أن يولد الإنسان درجات حرارة كتلك التي توجد داخل الشمس، أي ما يزيد على عشرة ملايين درجة مئوية. والأمر الأصعب من ذلك صنع أي نوع من الآنية التي تتحمل درجات الحرارة الهائلة هذه، ولو لفترة صغيرة لا تتجاوز جزءاً صغيراً من الثانية. فليس هنالك مادة تستطيع ذلك، والوعاء الوحيد الذي يمكن أن يحوي غازاً في هذه الحالة العنيفة يجب أن يكون من نوع المصيدة المغناطيسية. وهذا الأمر نوع جديد من الفيزياء؟ فيزياء البلازما، وتنبثق روعة هذا النوع من العلم وأهميته من أنه فيزياء الطبيعة ذاتها. ففي هذه المرة تتجه عملية إعادة الترتيب التي يقوم بها الإنسان لا بشكل مغاير لاتجاه الطبيعة، بل على طريق الخطى ذاتها التي تسير وفقها الطبيعة في الشمس والنجوم.

إن الخلود والموت هما التناقض الذي سأنهي به هذه المقالة. ففيزياء القرن العشرين إنجاز خالد. والخيال الإنساني العامل جماعياً لم يستطع حتى الآن أن ينتج ما يعادل ذلك الإنجاز. فلا الأهرامات، ولا إلياذة هوميروس، ولا الأغاني الشعرية ولا الكاتدرائيات تعادل في روعتها وأثرها إنجازات فيزياء القرن العشرين، والرجال الذين حققوا هذا الإنجاز، واحداً بعد الآخر، هم الأبطال الرواد في هذا العصر: مندلييف وهو يخلط بطاقات عناصره، ج. ج. طومسون الذي قلب الاعتقاد الإغريقي القائل بأن الذرة لا تنقسم، رذر فورد الذي حول الذرة إلى نظام شمسي، ونيلزبور الذي جعل ذلك النموذج يعمل، وشادويك مكتشف النيوترون، وفرمي الذي استعمل ذلك النيوترون لفلق النواة وتحويلها إلى عناصر أخرى. و يأتي في مقدمة هؤلاء جميعاً، أولئك الذين حطموا التماثيل القديمة، أولئك الذين وضعوا أسس الأفكار الحديثة: ماكس بلانك الذي أعطى الطاقة المفهوم الذري كالمادة، ولودفيغ بولتزمان الذي يعود إليه الفضل، أكثر من أي شخص آخر، في أن الذرة - ذلك العالم ضمن العالم - شيء حقيقي، كالعالم الذي نعيش فيه.

من يمكنه أن يفكر أنه في عام 1900 فقط كان الناس يتقاتلون بشدة حول ما إذا كانت الذرة شيئاً حقيقياً أم لا؟ فالفيلسوف الكبير أرنست ماخ - في فيينا - قال: لا، وكذلك فعل الكيميائي الشهير فيلهلم اوستفالد، ورغم

ذلك فقد وقف رجل واحد، في المنعطف الحاسم لهذا القرن، ودافع عن حقيقية الذرات، بدءاً من منطلقات نظرية أساسية. ذلك هو لودفيغ بولتزمان، الذي أقدم لنصبه التذكاري احترامي وتقديري.

كان بولتزمان إنسانا سريع الغضب والتأثر، غير عادي، صعب المراس، ومن أتباع داروين الأوائل. كما كان مشاكساً، يبعث البهجة فيه كل الصفات التي يجب أن يكون عليها البشر. وفي تلك النقطة كل - التاريخ تأرجح ارتقاء الإنسان على ميزان فكري دقيق بين القائلين بحقيقة المفاهيم الذرية من جهة، ومعارضي تلك الأفكار من جهة أخرى. فلو ربح المعارضون تلك المعركة لتأخر تقدم البشرية - بالتأكيد - عشرات السنين، أو ربما لقرن من الزمن. ولم يكن هذا التأخر ليقتصر على الفيزياء، بل سيتعداها إلى علم الأحياء الذي يعتمد عليها بشكل حاسم.

هل كان بولتزمان مجرد شخص يجادل ويحاج؟ كلا. فقد عاش ومات في خضم ذلك الموضوع. ففي عام 1906، عندما كان بولتزمان في الثانية والستين من عمره، طغى عليه الشعور بالعزلة والهزيمة. وفي ذات اللحظة التي رجحت فيها كفة أنصار المفهوم الذري، كان بولتزمان يظن أن كل شيء قد ضاع، وفي لحظة اليأس تلك أقدم على الانتحار. ولم يبق ليخلد ذكراه سوى معادلته الرياضية منقوشة على قبره في فيينا[2].

لأنني لأعجز عن أن آتي بكلام يجاري إيجاز معادلة بولتزمان وجمالها النفاذ. ولكنني سأستشهد بأبيات من الشاعر وليم بليك الذي بدأ قصيدته «نذر البراءة» بالأبيات التالية:

**كي ترى عالما في حبة رمل**
**وجنة في زهرة برية**
**أمسك اللانهاية في راحة يدك**
**والخلود في ساعة واحدة**

# الهوامش

(1) أي أن أية كتلة مادية عبارة عن عدد صحيح من كتل صغيرة هي وحدة الكتل، فالمادة غير مستمرة بل متقطعة وكذلك الأمر بالنسبة للطاقة فأية كمية من الطاقة عبارة عن عدد صحيح من وحدة الطاقة المسماة بالكم quantum.

(2) $S = K\log W$

# 15 معرفة أم يقين؟

إن أحد أهداف العلوم الطبيعية إعطاء صورة دقيقة عن العالم المادي، وإحدى منجزات الفيزياء في القرن العشرين هي البرهان على أن هذا الهدف لا يمكن تحقيقه.

لنأخذ شيئا ماديا ملموسا كالوجه البشري، وأتصور أنني أصغي إلى امرأة ضريرة وهي تمر بأطراف أصابعها على وجه رجل تتلمسه لأول مرة، وتفكر بصوت عال: «اعتقد أنه رجل متقدم في العمر، كما أنه ليس إنجليزيا. فوجهه أكثر استدارة من وجوه أكثر الإنجليز، ويمكنني أن أقول انه من المحتمل أن يكون أوروبيا، إن لم يكن أوروبيا شرقيا. أما الخطوط في هذا الوجه فهي نتاج أسى ومعاناة، وقد اعتقدت في البداية أنها ندوب جروح. انه وجه إنسان غير سعيد».

ذلك هو وجه ستيفان بورغرافيتش، الذي ولد مثلي في بولندا. ونحن ندرك أن الصور التي يرسمها الفنانون لا تحدد الوجه بقدر ما تغوص في أعماقه وتكتشفه. فالفنان يقتفي تفاصيل الوجه كما لو كان يلمسها، وكل خط يضاف يقوي الصورة ولكنه لا يجعلها نهائية. ونحن نقبل بذلك، على اعتبار أن

هذا هو أسلوب الفنان.

ولكن ما فعلته الفيزياء الآن هو بيان أن ذلك هو الأسلوب الوحيد للمعرفة، إذ ليس ثمة معرفة مطلقة. وأولئك الذين يدعون خلاف ذلك - سواء أكانوا علماء أم عقائديين - يفتحون الباب على المأساة، فكل المعلومات منقوصة، غير كاملة. ويجب التعامل معها وتناولها بتواضع. تلك هي الحال البشرية، وذلك هو ما تقوله فيزياء الكم، وأعني ذلك حرفيا.

انظر إلى الوجه عبر كل طيف المعلومات الكهرمغناطيسية. والسؤال الذي سأطرحه هو: ما مقدار مبلغ الدقة التي يمكن بها رؤية التفاصيل بوساطة أفضل أجهزة الرؤية في العالم - أو بجهاز مثالي كامل - لو استطعنا التفكير بمثله؟

ومشاهدة التفاصيل لا تقتصر بالضرورة على الرؤية بالضوء المرئي. فقد اقترح جيمس كلارك ماكسويل عام 1867 أن الضوء موجة كهرمغناطيسية، وقد عنت ضمنا المعادلات التي وضعها في هذا الصدد أن هناك أمواجا أخرى. وفي الواقع فان طيف الضوء المرئي - من الأحمر حتى البنفسجي - لا يمثل سوى جزء من مدى الإشعاع غير المرئي، فهنالك سلسلة طويلة من المعلومات التي تمتد من أطول الموجات وهي موجات الراديو من جهة، إلى أقصر الموجات وهي موجات الأشعة الدينية وما وراءها من جهة أخرى. وسنضيء بها جميعا - الواحدة تلو الأخرى - الوجه البشري.

إن أطول الموجات غير المرئية هي موجات الراديو التي برهن على وجودها هنريش هرتز عام 1888، وبذا أكد نظرية ماكسويل. وبما أنها الأطول فهي أيضا الأقل دقة. ولذا لا يستطيع شخص يدير كاشف رادار يعمل بموجات طولها بضعة أمتار أن يرى الوجه إطلاقا إلا إذا جعلنا ذلك الوجه ضخما بعرض عدة أمتار ولا تظهر أية تفاصيل على هذا الوجه الضخم، إلا عندما نقصر طول الأمواج الرادارية، فعندما تصبح جزءاً من المتر تظهر الأذان. وعندما يصل طول الموجة إلى الحدود الدنيا العملية لموجات الراديو أي بضعة سنتيمترات يمكن أن نكتشف أول أثر للوجه العادي.

بعد ذلك ننظر إلى الوجه (وجه الرجل)، بواسطة كاميرا حساسة للمدى التالي من الإشعاع، أي الأشعة تحت الحمراء infra red التي يقل طول موجاتها

عن المليمتر. وكان الفلكي وليام هرشل قد اكشف هذا النوع من الأشعة عام 1800 بملاحظة الحرارة الناتجة عنها، عندما ركز منظاره على ما وراء الضوء الأحمر ذلك أن الأشعة تحت الحمراء هي أشعة حرارية. وتحول لوحة آلة التصوير هذه الأشعة بطريقة اعتبارية إلى ضوء مرئي، بحيث يبدو الجزء الأكثر حرارة أزرق اللون، والجزء الأكثر برودة أحمر اللون أو معتما. وبهذه الطريقة يمكن رؤية قسمات الوجه الإجمالية: العينين، الفم، الأنف كما يمكن أيضا ملاحظة الحرارة تتساب من المنخرين. وصحيح أننا - بهذه الطريقة - نتعلم شيئا جديدا حول الوجه الإنساني، ولكن دون تفاصيل.

وتتداخل الأشعة تحت الحمراء في طرفها الأقصر أي عندما يصبح طول موجاتها عدة أجزاء من مائة من المليتمر، مع الضوء الأحمر المرئي، ونستعمل في هذه الحالة فيلما حساسا لكلا النوعين من الأشعة ؛ تحت الحمراء والمرئية. وعندها تبدو معالم الحياة في الوجه. هذا الوجه ليس خاصا بأي رجل، بل بإنسان نعرفه.

أما الضوء الأبيض فيكشف الوجه للعين بالتفصيل: الشعر القصير، مسام جلد الوجه، تشويهاته وتجاعيده. فالضوء الأبيض مزيج من أطوال أمواج مختلفة تشمل الأحمر والبرتقالي فالأصفر، والأخضر، والأزرق وأخيرا البنفسجي ذا أقصر طول موجة مرئية. ومع أن الضوء البنفسجي قصير الموجة، لكن يجب أن يجعلنا قادرين على رؤية تفاصيل أدق مما نرى بالضوء الأحمر إلا أن الفرق بسيط ولا يساعد كثيرا من ناحية عملية.

إن الرسام يحلل الوجه، ويفصل القسمات كلا على حدة، يفصل الألوان، ويكبر الصورة. ومن الطبيعي أن نسأل عندئذ: ألا يجب على العالم أن يستعمل المجهر لفصل القسمات الدقيقة وتحليلها ؟ لا شك أن عليه ذلك، ولكن علينا أن نفهم أن المجهر يكبر الصورة، ولكنه لا يحسنها ؛ ذلك أن ما يعين وضوح التفاصيل هو طول موجة الضوء، فالحقيقة هي أنه عند أي طول موجة يمكننا أن نلتقط الشعاع فقط إذا كان الجسم بطول موجة الشعاع نفسها، ولو كان الجسم أصغر من ذلك لما انعكس عنه إشعاع ولا ترك ظلا.

إن تكبيرا يتجاوز مائتي المرة يمكن أن يميز خلية جلدية واحدة بواسطة الضوء الأبيض العادي. ولكن للحصول على تفاصيل أكثر نحتاج إلى ضوء

ذي موجة أقصر من ذلك، وعلى هذا الأساس فان الخطوة التالية تتمثل في استعمال الأشعة فوق البنفسجية، التي يبلغ طول موجتها واحدا من عشرة آلاف جزء من المليمتر، أو أقل - أي أقصر بعشر مرات وأكثر من الضوء العادي. ولو كانت أعيننا قادرة على الرؤية بالأشعة فوق البنفسجية لرأينا منظرا متوهجا شبيها بالشبح. وإذا استعملنا مجهرا يعمل بالأشعة فوق البنفسجية نستطيع أن نرى من خلال هذا الوهج داخل الخلية مكبرا ثلاثة آلاف وخمسمائة مرة، أي أننا نصل إلى مستوى رؤية الصبغيات (الكروموسومات) كل بمفرده، ولكن ذلك هو الحد الذي لا تمكن بعده الرؤية، إذ ليس ثمة ضوء يمكن بواسطته رؤية مراكز الوراثة البشرية (الجنات) الموجودة داخل كل من هذه الكروموسومات أو الصبغيات.

ومرة أخرى إذا أردنا أن نتعمق أكثر من ذلك فيجب تقصير طول موجة الضوء المستعمل، أي يجب أن نلجأ إلى الأشعة السينية، ولكن هذه الأشعة نفاذة بشكل لا يمكن معه تركيزها على أية مادة، أي أنه لا يمكننا أن نصنع مجهرا يستعمل الأشعة السينية، ولذلك يجب أن نكتفي بإطلاق هذه الأشعة على الوجه فنحصل على نوع من الخيال، وتتوقف دقة التفاصيل التي نراها في هذه الحالة على درجة نفاذ هذه الأشعة. فنرى الجمجمة تحت الجلد، وبمكن أن نستدل مثلا على أن هذا الإنسان قد فقد أسنانه، إن استكشاف الجسم البشري هذا جعل الأشعة السينية هامة ومثيرة حالما اكتشفها فيلهلم رونتجن عام 1895. لأن هذا الاكتشاف بدا وكأن الطبيعة قد صممته لخدمة الطب، وجعل رونتجن يتخذ شكلا أبويا عطوفا، وفوق ذلك كان البطل الذي فاز بأولى جوائز نوبل عام 1901.

وأحيانا تجعلنا صدفة موفقة في الطبيعة نُحقق الكثير بشكل غير مباشر أي باستنتاج ترتيب ليس بالإمكان رؤيته بشكل مباشر فالأشعة السينية لا يمكن أن ترينا ذرة منفردة لأن هذه الذرة صغيرة جدا لدرجة أنها لا تلقي ظلا، حتى بواسطة هذه الموجات القصيرة جدا، ومع ذلك يمكن رسم خريطة للذرات المؤلفة لبلورة بسبب انتظام المسافات والفراغات داخل البلورة، ولذا فان الأشعة السينية تشكل طرازا منتظما من الموجات يمكن أن نستدل منه على مواقع الذرات نتيجة إعاقتها لمرور الأشعة. وتلك كانت الطريقة التي عرفت بوساطتها مواقع الذرات في لولب الحمض DNA،

وشكل مراكز الوراثة. وكان قد ابتدع هذه الطريقة ماكس فون لاو عام 1912، وكانت ضربا مزدوجا من ضروب الإبداع، ذلك أنها كانت أول برهان على أن الذرات حقيقية، وكذلك أول برهان على أن الأشعة السينية أمواج كهرمغناطيسية.

بقيت علينا خطوة واحدة لنصل إلى المجهر الإلكتروني حيث تكون الأشعة مركزة بشكل شديد، إلى حد أننا لا نعرف هل نسميها موجات أم جسيمات؟ ففي هذا المجهر تطلق الإلكترونات على الجسم المراد استكشافه، فتقتفي حدود محيطه الخارجي، وأصغر جسم أمكن رؤيته بهذه الطريقة هو ذرة الثوريوم، وهو منظر رائع يأخذ بالألباب، ومع ذلك فان هذه الصورة المرنة غير الواضحة تؤكد أنه حتى أكثر الإلكترونات صلابة لا تعطي حدودا واضحة جلية، فالصورة الكاملة لا تزال بعيدة عنا بعد النجوم النائية.

نقف - هنا - وجها لوجه أمام تناقض أساسي في مفهوم المعرفة، فسنة بعد سنة نبتكر أجهزة أدق لمراقبة الطبيعة بدقة أكثر، وعندما ننظر إلى مشاهداتنا بها نحس بضيق لأننا نرى أن الصورة لا تزال ضبابية غير واضحة، ونشعر أنها لا تزال غير مؤكدة، كما كانت منذ الأزل، وهكذا يبدو أننا نسعى وراء هدف يبتعد عنا أكثر نحو ما لا نهاية له كلما اقتربنا لنصبح في مدى رؤيته.

ولا يقتصر التناقض في مفهوم المعرفة على المستوى الذري الصغير فحسب، بل على العكس من ذلك، نجده منطبقا على مستوى الإنسان، وحتى على مستوى النجوم. ولنشرح ذلك في إطار مرصد فلكي، فقد بُني مرصد كارل فريدريش غاوس في مدينة غوتنجن بألمانيا عام 1807، وخلال حياة غاوس، ومنذ ذلك الحين حتى الآن (أي لمدة تقرب من مائتي عام) أدخلت تحسينات هائلة على الأجهزة الفلكية، فنحن ننظر إلى موقع نجم، كما كان يعين في الماضي وكما يعين الآن، ويبدو لنا أننا أقرب وأقرب إلى تعيين ذلك الموقع بدقة. ولكن عندما نقارن اليوم بالفعل نتائج هذه المشاهدات ندهش ونغتاظ عندما نجدها مشتتة فيما بينها، مثلما كانت منذ الأزل، وكان أملنا أن تختفي الأخطاء الإنسانية، وأنه سيكون لنا - يوما ما - نظرة حادة نرى بها كل شيء بدقة إلهية. ولكن يتبين أنه لا يمكن انتزاع الأخطاء من مشاهداتنا وهذا صحيح بالنسبة للنجوم، أو للذرات، أو لصورة إنسان

ننظر إليها، أو لسماع تقرير عن كلمة ألقاها أحدهم.

وأدرك غاوس ذلك الأمر، بتلك العبقرية الطفولية الرائعة التي تحلى بها حتى الثمانين من عمره تقريبا، أي حتى وفاته. ففي عام 1795 وكان في الثامنة عشرة من عمره، أتى إلى غوتتجن ليدخل جامعتها وكان قد حل معضلة «أفضل تقدير» لسلسلة من المشاهدات ذات الأخطاء الداخلية، وكان منطق غاوس عندئذ هو نفس المنطق الإحصائي الذي نستخدمه اليوم.

فعندما ينظر مراقب ما إلى أحد النجوم، يعرف أن هنالك أسبابا عديدة للخطأ، ولذلك فانه يأخذ عدة قراءات، ويأمل طبعا أن يكون أفضل تقدير لموضع ذلك النجم هو متوسط تلك القراءات، أي المركز الذي تتوزع حوله تلك القراءات. وحتى الآن هذا أمر واضح ومقبول. لكن غاوس دفع هذا الموضوع خطوة أخرى نحو الأمام بالتساؤل عما يدل عليه توزع الأخطاء. وكانت النتيجة أن وضع المنحنى الشهير الذي عرف بعد ذلك بمنحنى التوزع الغاوسي، الذي يظهر شكله ومدى انتشاره توزع الأخطاء. ومن هذا المنحنى انبثقت فكرة بعيدة الأثر: إذ أن توزع الأخطاء يعين منطقة الشك وعدم اليقين؟ فنحن لسنا متأكدين من أن الموقع الحقيقي يقع في المركز. وكل ما يمكن قوله هو أنه يقع في «منطقة الشك» التي يمكن حسابها من التوزع الملاحظ للمشاهدات الفردية.

بهذا الرأي العميق عن المعرفة البشرية، شعر غاوس بالمرارة إزاء الفلاسفة الذين كانوا يدّعون أن لديهم طريقا للمعرفة أكثر كمالا من عمليات المشاهدة والمراقبة العلمية. ومن بين أمثلة متعددة سأختار واحدا. فقد كان هنالك فيلسوف يدعى فريدريش هيغل الذي يجب أن اعترف أنني أكرهه بشكل مميز وأنا سعيد أن أشارك في هذا الشعور شخصا أرفع مني مقاما بكثير: غاوس. ففي عام 1800 تقدم هيغل بأطروحة يبرهن فيها أنه - على الرغم من تبدل تعريف الكواكب القديم فانه لا يوجد - اعتمادا على مبادئ فلسفية - سوى سبعة كواكب. ولم يكن غاوس الشخص الوحيد الذي عرف كيف يجيب على هذا الادعاء: إذ أن شكسبير رد على ذلك قبل غاوس بفترة طويلة. فثمة مقطع رائع في مسرحية «الملك لير» يقول فيه المهرج الأحمق للملك: «إن سبب اقتصار عدد النجوم على سبعة سبب وجيه» فيهز الملك

رأسه بحكمة ويقول «لأنها ليست ثمانية». ثم يتابع المهرج قائلا «حقا، يمكنك أن تكون مهرجا أحمق كبيرا». وهذا ما كأنه هيغل. ففي الأول من كانون الثاني (يناير) من عام 1801 على وجه التحديد، وقبل أن يجف الحبر عن أطروحة هيغل تم اكتشاف كوكب ثامن - ألا وهو كوكب سيريس الصغير.

إن التاريخ مليء بالسخريات. فقد اكتشف بعد وفاة غاوس أن ليس ثمة عين إلهية دقيقة النظر لدى البشر، فالأخطاء وثيقة الارتباط بطبيعة المعرفة البشرية، وسخرية القدر هنا أن هذا الأمر قد اكتشف في جامعة غوتنجن نفسها.

وتتشابه المدن الجامعية القديمة، بشكل يدعو إلى الدهشة. فجامعة غوتنجن في ألمانيا، وكامبردج في إنجلترا ويال Yale في أمريكا كلها في مدن ريفية، وليست على أي طريق عام، ولا يقصدها أحد إلا من أجل الالتقاء بأساتذتها. وهؤلاء الأساتذة متأكدون من أن هذه هي مركز العالم، وثمة مخطوط مدوّن على جدار منتدى دار البلدية في غوتنجن يقول: «لا حياة خارج غوتنجن». ولا تؤخذ هذه العبارة بجدية من قبل الطلاب، بقدر الجدية التي يأخذها بها الأساتذة.

أما شعار الجامعة فهو تمثال برونزي خارج دار البلدية، يمثل أوزة وفتاة عارية القدمين، يقبلها كل طالب عند التخرج. والجامعة هي «الكعبة» التي يؤمها الطلاب بإيمان أقل من كامل. ومن الضروري أن يُحضر الطلاب معهم - أول العام الدراسي - طفلا رث الثياب، تعبيرا عن ازدرائهم الصريح لما هو في الكعب، ذلك أنهم قدموا إلى هذا المكان لا من أجل عبادة ما هو معروف بل من أجل مناقشته والتساؤل عن صحته.

وككل مدينة بها جامعة، فان منطقة غوتنجن مليئة بطرق النزهات المتقاطعة التي كان يتمشى فيها الأساتذة عادة بعد تناول طعام الغداء، وكان طلاب الأبحاث يحسون بسعادة ونشوة إذا طلب إليهم مرافقة أساتذتهم خلال هذه النزهات، ومن المحتمل أن غوتنجن كانت في السابق مدينة هادئة. و يعود تاريخ المدن الجامعية الألمانية الصغيرة إلى ما قبل توحيد ألمانيا (أسس غوتنجن الملك جورج الثاني الذي كان حاكم ولاية هانوفر) الأمر الذي يعطي هذه المدن مسحة بيروقراطية محلية. وقد اتسمت هذه الجامعات بروح محافظة بالمقارنة مع الجامعات غير الألمانية، حتى بعد

انتهاء الروح العسكرية وتنازل القيصر عام 1918.

وكانت السكة الحديدية وسيلة الاتصال بين غوتنجن والعالم الخارجي. وبهذه الطريقة أتى الزوار من برلين ومن الخارج، تواقين لتبادل الأفكار الجديدة في العلوم الفيزيائية التي كانت تتسارع قدما. وكان من شائع القول في غوتنجن أن العلم يولد في القطار المتوجه إلى برلين حيث كان الناس يتناقشون في عربات هذا القطار، ويناقضون آراء بعضهم وتتولد عندهم أفكار جديدة يعارضها آخرون أيضا.

وأثناء سنوات الحرب العالمية الأولى كانت نظرية النسبية تسيطر على العلم في غوتنجن، كما كان الأمر في المناطق الأخرى. ولكن في عام 1921 عين لكرسي الفيزياء في تلك الجامعة ماكس بورن، الذي بدأ سلسلة من حلقات البحث جلبت إلى جامعة غوتنجن كل مهتم بالفيزياء الذرية. وربما بدا غريبا أن بورن عندما عين في ذلك المنصب، كان في الأربعين من عمره تقريباً، ذلك أن الفيزيائيين يقومون عادة بأعظم إنجازاتهم قبل بلوغهم الثلاثين من العمر (أما الرياضيون فتأتي إنجازاتهم قبل ذلك، بينما يتأخر علماء الأحياء حتى ما بعد الثلاثين). ولكن بورن كان يتمتع بمواهب شخصية فذة تشبه صفات سقراط.

وقد جذب إليه كثيرا من العلماء الشباب واستخلص افضل ما عندهم. وكانت الأفكار التي تبادلوها وناقشوها معا مصدرا لأعظم أعماله. ومن عساي أن اختار من ذلك العدد الكبير من الذين ارتبطوا بغوتنجن وبورن؟ انه دون شك فيرنر هايزنبرغ الذي قام بأعظم إنجازاته في غوتنجن مع بورن. ثم عندما نشر ارفن شودنغر صيغة مختلفة للفيزياء الذرية الأساسية، تمت المناقشات حولها هنا في جامعة غوتنجن. ومن كل أنحاء العالم أتى الناس إلى هذه المدينة كي يشاركوا في النقاش.

ومن الغريب التحدث بهذه العبارات عن موضوع أنجز بجهد وتعب شديدين، فهل كانت فيزياء العشرينات من هذا القرن عبارة عن مجرد مجادلات وحلقات بحث ومناقشات وخلافات؟ نعم كانت كذلك، ولا تزال. فالناس الذين اجتمعوا هنا، والذين لا يزالون يجتمعون و يتجادلون في مخابرهم يختمون أعمالهم بمعادلات رياضية. فعملهم يبدأ بمحاولة حل ألغاز تتعلق بالمفاهيم - أي ألغاز الجسيمات تحت الذرية، مثل الإلكترونات

والبروتونات وغيرها، وهي ليست سوى احجيات عقلية.

دعونا نفكر مثلاً في الأحجية التي أطلقها الإلكترون في تلك الفترة. فقد كانت النكتة بين الأساتذة (اشتقاقا من جدول مواعيد المحاضرات) أن الإلكترون يتصرف كجسيمة مادية أيام الاثنين والأربعاء والجمعة، وكموجة أيام الثلاثاء والخميس والسبت، فكيف يمكن التوفيق بين هذين المنحيين اللذين جيء بهما من عالم الأجسام الكبيرة، ودفعا معا في وحدة واحدة منفردة، عالم بالغ الصغر داخل الذرة ؟ حول مثل هذه الأمور كانت التخمينات والمجادلات، وهذا الأمر لا يتطلب حسابات، بل بصيرة عميقة وخيالا واسعا - وبالأحرى ميتافيزيقا، ولا أزال أذكر عبارة استخدمها ماكس بورن عندما قدم إلى إنجلترا بعد عدة سنوات، ولا تزال مدونة في سيرة حياته التي كتبها، إذ قال: «إنني الآن مقتنع تماما أن الفيزياء النظرية إنما هي فلسفة حقيقية».

وكان ماكس بورن يعني أن الأفكار الجديدة في الفيزياء ترقي إلى نظرة مخالفة للواقع، فالعالم ليس مجموعة مرتبة ثابتة صلبة من الأجسام الموجودة هناك في الخارج، إذ لا يمكن فصل العالم بصورة كاملة عن إدراكنا له، فهو يتبدل تحت أنظارنا، و يتفاعل معنا، والمعرفة التي يبوح لنا بها يجب أن نفسرها. والواقع أنه ليس ثمة طريق لتبادل المعلومات لا يتطلب إصدار حكم، فهل الإلكترون جسيمة مادية؟ إنه يتصرف كذلك في ذرة بوهر. ولكن دوبروغلي في عام 1924 صنع نموذجا موجيا جميلا للذرة، تكون المدارات فيه مواقع لعدد صحيح دقيق من الأمواج تلتقي حول النواة، وصور ماكس بورن سلسلة متتابعة من الإلكترونات، كما لو كان كل منها يركب عموداً مرفقيا يدور، بحيث تؤلف هذه الإلكترونات في مجموعها سلسلة من المنحنيات الغاوسية، أي كموجة احتمال، وهكذا بدأ تكوين فكرة عقلية جديدة في القطار الذاهب إلى برلين، وخلال نزهات الأساتذة في غابات غوتنجن. إنه أياَ كانت الوحدات الرئيسية التي يتألف منها العالم، فان هذه الوحدات أرق واكثر زوغانا وأكثر إخافة لنا من أن تمكننا من القبض عليها بشبكة حواسنا (المليئة بالثقوب). وقد وصلت هذه المناقشات المشائية في الغابات ذروتها الرائعة عام 1927. ففي مطلع ذلك العام أعطى هايزنبرغ صفة مميزة جديدة للالكترون. فقد قال: أجل إن الإلكترون جسيمة مادية

صغيرة، ولكونها جسيمة تُفْضي بمعلومات محدودة. أي أنه يمكن للمرء أن يعين بدقة أين يوجد الإلكترون في لحظة ما، ولكنه لا يستطيع، عندئذ، أن يفرض عليه سرعة معينة واتجاهاً معيناً عند لحظة الابتداء. أو على العكس من ذلك قال هايزنبرغ: إذا أصر المرء على إطلاق الإلكترون بسرعة معينة وباتجاه عدد فانه لا يستطيع تحديد نقطة البداية بدقة، ولا بالطبع، نقطة النهاية. وتبدو هذه الصفة المميزة غامضة غير واضحة، ولكونها ليست كذلك، فقد أضفى علها هايزنبرغ صفة العمق بجعلها دقيقة محددة. فالمعلومات التي يحملها الإلكترون محدودة بمجموعها. أي أن سرعة الإلكترون، على سبيل المثال، وموقعه، يتلاءمان بالشكل الذي يسمح به الكم. وتلك فكرة عميقة الأثر، وهي إحدى أعظم الأفكار العلمية ليس في القرن العشرين فحسب، بل في تاريخ العلم كله. وقد دعا هايزنبرغ هذا مبدأ عدم اليقين[1]. فمن ناحية نجد أن هذا المفهوم مبدأ قوي صلب إنه مبدأ كل يوم. فنحن نعرف أن ليس باستطاعتنا أن نطلب من العالم أن يكون دقيقا. فإذا كان الجسم (كوجه مألوف مثلا) يبقى على حاله تماما كما كان قبل أن عرفناه، فإننا لن نستطيع أبدا معرفته من يوم لآخر، فنحن نعرف الشيء لأنه بالتقريب هو الشيء نفسه الذي عرفناه من قبل، ولكنه لا يمكن أبدا أن يكون نفس الشيء الذي كأنه تماما. بل إنه قريب مما كان عليه لدرجة كبيرة. وفي عملية التعرف نقيم حكما أو قراراً كما لو كانت هناك مساحة من عدم الدقة أو الشك، وهكذا فبدأ هايزنبرغ يقول بأنه لا يمكن وصف أية أحداث - ولا حتى الأحداث الذرية - بيقين، أي بدقة كاملة تامة. والأمر الذي يجعل هذا المبدأ عظيم الأثر أن هايزنبرغ يحدد درجة عدم الدقة التي يمكن التوصل إليها. ومتر القياس هنا هو «كم» ماكس بلانك، ففي عالم الذرة تتحدد مساحة عدم اليقين بوساطة الكم. ومع ذلك فإن «مبدأ عدم اليقين» اسم سيئ، ففي العلم وخارجه نحن متأذون، ولكن معرفتنا محصورة ضمن بعض عدم الدقة. وعلى هذا كان من الأفضل لو أسميناه «مبدأ عدم الدقة»وأنا أقترح هذه التسمية بمعنيين؟ الأول معنى هندسي. فالعلم تقدم خطوة خطوة وأصبح أنجح مشروع في ارتقاء الإنسان، لأن هذا العلم تفهم أن تبادل المعلومات بين الإنسان والطبيعة وبين الإنسان والإنسان يمكن أن يتم - فقط - بشيء من عدم الدقة، أما المعنى الثاني فهو

أنني استعمل مفهوم عدم الدقة بكثير من العاطفية حول العالم الواقعي، فكل أنواع المعرفة وكل المعلومات بين الناس لا يمكن تبادلها إلا بشيء من عدم الدقة، وهذا صحيح سواء أكان التبادل في العلم أو في الأدب أو في الدين أو في السياسة، أو حتى في أي شكل من أشكال الفكر التي تطمح إلى الوصول إلى مرتبة المبادئ، وإنها لمأساة كبرى في فترة حياتي وفترة حياتك، أنه هنا في غوتتجن، كان العلماء يحاولون بلورة مبدأ عدم الدقة مديرين ظهورهم للحقيقة بأنه أينما تلفتوا كان هذا المبدأ قد سقط وعلم ولم يعد ممكنا إصلاحه. في ذلك الوقت كانت سماء أوروبا ملبدة «بسحب سوداء» تنذر بسوء ولكن غمامة خاصة كانت تخيم فوق غوتتجن منذ مائة عام، ففي مطلع القرن التاسع عشر جمع بلومنباخ عددا من الجماجم حصل عليها من أناس بارزين كان يراسلهم في جميع أنحاء أوروبا، ولم تكن هناك أية فكرة في أن الجماجم التي جمعها بلومنباخ ستستعمل لتأييد قسمة الإنسانية عرقيا، رغم أن بلومنباخ استعمل بعض القياسات التشريحية لتصنيف عائلات الإنسان. ومهما يكن من أمر، فمنذ وفاة بلومنباخ عام 1840، أضيف إلى مجموعة الجماجم وأضيف إلى أن أصبحت لب النظرية العرقية التي تقول بسيادة العرق الجرماني والتي اعتمدها الحزب النازي عندما استولى على السلطة. وعندما وصل هتلر إلى السلطة عام 1933 تحطمت التقاليد العلمية في ألمانيا بين عشية وضحاها. وأصبح القطار بين غوتتجن وبرلين شعارا للهرب، ولم تعد أوروبا مرتعا مضيافا للفكر والخيال، لا الخيال العلمي فقط، وبدأ المفهوم الثقافي الحضاري بأكمله بالتقهقر، المفهوم بأن المعرفة الإنسانية أمر شخصي يتصف بالمسئولية، ومغامرة لا نهاية لها على حافة عدم اليقين. وعم الصمت، كما حصل بعد محاكمة غاليليو. وخرج الرجال العظام إلى عالم مهدد: ماكس بورن، ارفن شرود نغر، البرت آينشتاين سيجموند فرويد، توماس مان، برتولد برشت، اوتورو توسكانيني، برونو فالتر، مارك شاغال، انريكو فرمي، وليو زيلارد، الذي وصل بعد سنين طويلة إلى معهد سالك في كاليفورنيا. إن مبدأ عدم اليقين أو مبدأ عدم الدقة، كما أسميته، ثبَّت مرة واحدة والى الأبد القناعة بأن كل المعرفة محدودة. ومن سخرية القدر والتاريخ أنه في الوقت الذي تبلور فيه هذا المبدأ ارتفع في ظل هتلر والطغاة الآخرين مفهوم معاكسة،

هو مبدأ اليقين المرعب، وعندما سينظر المستقبل إلى الثلاثينات من هذا القرن فانه سيرى فيها مجابهة حضارية حاسمة بين الحضارة كما كنت أشرحها وارتقاء الإنسان، ضد الردة الحضارية بإيمان أولئك الطغاة بأن لديهم اليقين المطلق. وأرى لزاما على أن أضع هذه الأفكار المجردة في عبارات محسوسة. وسأفعل ذلك متمثلا بشخصية واحدة هي شخصية ليوز يلارد. فقد كان زيلارد مهتما اهتماما شديدا بتلك الأفكار وقد أمضيت معه جلسات عديدة بعد ظهر كثير من أيام السنة الأخيرة من حياته، نتحدث حول معهد سالك. كان ليو زيلارد هنغاريا، قضى حياته الجامعية في ألمانيا. وفي عام 1929 نشر بحثا هاما وطليعيا حول ما نسميه الآن «نظرية المعلومات»، وهي تلك التي تبحث في العلاقة بين المعرفة والطبيعة والإنسان. بيد أن زيلارد كان متأكدا ذلك الوقت أن هتلر سوف يستلم السلطة، وأن الحرب واقعة لا محالة. ولذلك فقد كان يحتفظ في غرفته بحقيبتين وضع فيهما ما يحتاج إليه وبحلول عام 1933 قفلهما وسافر بهما إلى إنجلترا.

وحدث في أيلول (سبتمبر) من عام 1933 أن أبدى اللورد رذر فورد، أثناء اجتماع المجمع البريطاني ملاحظة مفادها أن الطاقة الذرية لن تكون حقيقة واقعة أبدا، وكان ليوز يلارد من ذلك النوع من العلماء ظريفي المعشر متقلبي الأطوار، الذين يكرهون أية عبارة تتضمن كلمة «أبدا» وبخاصة إذا أتت من زميل بارز مشهور، وهكذا صمم زيلارد على التفكير في هذه المسألة، وكان يسرد القصة كما يمكن أن يتصور حدوثها كل الذين يعرفونه، وكان يسكن في فندق ستراند بالاس في لندن، إذ كان يحب العيش في الفنادق.

وفي مرة كان ذاهبا إلى عمله في مستشفى بارت، فتوقفت سيارته أمام إحدى الإشارات الضوئية وقد تحولت إلى حمراء (وهذا الجزء من القصة هو الوحيد الذي أجده غير محتمل، ذلك أنني أعرف عن زيلارد أنه لا يتوقف عند أي ضوء أحمر). وعلى أية حال وقبل أن ينقلب الضوء إلى أخضر لمع في عقله خاطر بأنه إذا أطلق على الذرة نيوترونا واحدا وأدى ذلك إلى انشطارها وانطلاق نيوترونين فسيكون لدينا رد فعل متسلسل. وكتب زيلارد تفاصيل براءة اختراع تتعلق بذلك وتتضمن عبارة «رد فعل متسلسل»، وسجلها عام 1934.

ونأتي الآن إلى جزء من شخصية زيلارد، كانت مميزة لعلماء تلك الحقبة،

وان كان هو خير وأوضح معبر عنها. فقد أراد زيلارد أن يُبقي براءة الاختراع هذه سرا، وأراد بذلك أن يحول دون سوء استعمال العلم، ولذا فقد خصص فعلا براءة الاختراع للبحرية البريطانية ليضمن أنها لن تنشر إلا بعد انتهاء الحرب. ولكن في تلك الأثناء كانت الحرب تتزايد اقترابا وتهديدا. وكانت مسيرة التقدم في الفيزياء النووية تسير خطوة خطوة مع تقدم هتلر وانتصاراته، بشكل نكاد ننساه الآن. وفي مطلع عام 1939 كتب زيلارد إلى جوليو كوري يسأله عما إذا كان بوسع المرء منع نشر شيء ما حول موضوع معين، وحاول إقناع أنريكو فرمي بعدم نشر أبحاثه. وأخيرا كتب رسالة في آب (أغسطس) عام 1939، وقعها آينشتاين، وأرسلها إلى الرئيس الأمريكي فرانكلين روزفلت، يقول فيها ما معناه، «إن الطاقة النووية أصبحت على الأبواب، والحرب قائمة لا مفر منها. والأمر متروك للرئيس لتقرير ماذا يجب على العلماء أن يفعلوا حيال ذلك». لكن زيلارد لم يتوقف عند هذا الحد. فبعد أن ربح الحلفاء الحرب في أوروبا عام 1945، وأيقن زيلارد أن القنبلة النووية أصبحت في مراحل صنعها الأخيرة لاستعمالها ضد اليابانيين، أخذ يثير الاحتجاجات و يكثرها في كل مكان استطاع. وكتب المذكرة تلو المذكرة. وكانت إحدى هذه المذكرات للرئيس روزفلت، إلا أنها لم تصله لأنه مات في نفس الفترة التي كان زيلارد يحاول إيصالها إليه فيها. وكان زيلارد يريد - دوما - أن تجرب القنبلة علنا على مرأى من اليابانيين والرأي العام العالمي، بحيث يعرف اليابانيون مبلغ القوة المدمرة الهائلة لهذه القنبلة، فيستسلمون قبل أن يموت أحد.

وكما هو معروف فشل زيلارد، وفشل معه المجتمع العلمي، ولكنه فعل كل ما بوسع إنسان يحترم ذاته أن يفعله. ولذا هجر الفيزياء وتحول إلى علم الأحياء. ولهذا السبب جاء إلى معهد سالك وأقنع علماء آخرين بأن يحذوا حذوه. ولقد كانت الفيزياء الموضوع المحبب في الخمسين سنة السابقة كما كانت خير ما أنتجته القرائح خلالها، ولكننا تحققنا عند ذلك أن الوقت كان قد حان لأن نُدخل إلى فهم الحياة، وبخاصة الحياة البشرية، نفس الجهد الفكري المركز الذي كان موجها نحو فهم العالم الطبيعي.

وألقيت أول قنبلة ذرية على هيروشيما، في اليابان، الساعة الثامنة والربع من صباح يوم 6 آب (أغسطس) من عام 1945. ولم يكن قد مضى

وقت طويل على رجوعي من هيروشيما عندما سمعت بعضهم يقول - في حضور زيلارد - : إن مأساة العلماء تكمن في استعمال مكتشفاتهم للتدمير والخراب، وأجاب زيلارد، باعتباره صاحب الحق في الإجابة أكثر من أي إنسان آخر: إن ذلك ليس مأساة العلماء بل «مأساة البشرية جمعاء».

وهناك جزءان للمعضلة الإنسانية المحيرة. يتمثل الأول في الاعتقاد بأن الغاية تبرر الواسطة. فقد أصبحت فلسفة «ضغط الزر» وذلك الصمم عن سماع ألام البشر ومعاناتهم الوحش المرعب في آلة الحرب الحديثة. أما الجزء الآخر فهو خيانة الروح الإنسانية، أي توكيد عقيدة أو نظام يغلق الباب أمام الفكر الإنساني، ويحول الأمة والحضارة إلى مجموعة من الأشباح - أشباح مطيعة، أو معذبة على السواء.

إن العلم شكل إنساني جدا من أشكال المعرفة، فنحن دائما على حافة المعلوم، ونتحسس دوما قدما ما نأمل به، وكل حكم في العلم يقف على حافة الخطأ، وهو حكم شخصي. وما العلم إلا تقدير وثناء لما نستطيع أن نعرفه، علما بأننا لسنا معصومين عن الخطأ. وفي نهاية المطاف يمكن أن نتذكر عبارة قالها أوليفر كرومويل: «أتوسل إليكم واستحلفكم أن تفكروا أنكم يمكن أن تكونوا مخطئين».

أخيرا كتب زيلارد رسالة إلى الرئيس الأمريكي روزفلت، وقعها آينشتاين وأرسلها بتاريخ 2 آب (أغسطس) عام 1939.

البرت آينشتاين<br>
طريق أولد غرور - ناسو بوينت<br>
بيكونيك - لونغ أيلاند<br>
الثاني من آب - 1939

ف. د. روزفلت<br>
رئيس الولايات المتحدة<br>
البيت الأبيض - واشنطن.

سيدي:

ثمة أبحاث جديدة قام بها انريكو فرمي وليو زيلارد، نقلت إلي بخط اليد، تقودني إلى التوقع بان عنصر اليورانيوم يمكن أن يكون مصدرا جديدا وهاما للطاقة في المستقبل العاجل وقد برزت بعض مناحي هذا الوضع التي تتطلب الانتباه - وإذا اقتضى الأمر - العمل السريع من جانب الإدارة. ولذلك اعتقد أن من واجبي أن الفت انتباهكم إلى الحقائق والتوصيات التالية:

لقد أصبح خلال الشهور الأربعة المنصرمة من المحتمل - نتيجة لأبحاث جوليوكوري في فرنسا، وفرمي وزيلارد في أمريكا - تحقيق تفاعل نووي متسلسل في كتلة كبيرة من اليورانيوم، الأمر الذي يؤدي إلى إطلاق كمية هائلة من الطاقة، وكذلك توليد كمية ضخمة من عناصر مشعة تشبه الراديوم. و يظهر مؤكدا الآن أن هذا الأمر يمكن تحقيقه في المستقبل العاجل.
ويمكن لهذه الظاهرة أيضا أن تؤدي إلى صناعة قنابل من المحتمل - ولكن ليس بالتأكيد - أن تكون ذات قوة هائلة. فقنبلة واحدة من هذا النوع، محمولة على زورق، يمكن إذا انفجرت في ميناء ما إن تدمر الميناء بأكمله بالإضافة إلى بعض المناطق المحيطة به. وعلى أية حال فقد تكون هذه القنبلة ثقيلة لدرجة لا يمكن معها حملها جوا.
إن لدى الولايات المتحدة كميات معتدلة من خام اليورانيوم الضعيف الجودة. وهنالك خامات جيدة في كندا وما كان يسمى تشيكوسلوفاكيا، بينما توجد أغنى الخامات بهذا العنصر الهام في الكونغو البلجيكية.
وفي ضوء هذه الحال يحتمل أن تفكروا انه من المستحب إقامة اتصال دائم بين الإدارة الأمريكية من جهة، ومجموعة الفيزيائيين الذين يعملون في أبحاث التفاعل المتسلسل في أمريكا من جهة أخرى. وإحدى الطرق الممكنة لتحقيق ذلك يمكن أن يتم بان تعهدوا بهذه المهمة إلى شخص يتمتع بثقتكم ويمكن له أن يقوم بذلك بصورة غير رسمية. ويتضمن عمل هذا الشخص المهمات التالية:
أ- لاتصال مع الدوائر الحكومية ذات العلاقة وابلغها بالتطورات اللاحقة في هذا الموضوع، والقيام بتقديم التوصيات لما يجب أن تقوم به الحكومة، مع إعطاء الاهتمام الخاص لتامين كميات خام اليورانيوم الضرورية للولايات المتحدة.
ب- الإسراع في العمل التجريبي، الذي ينفذ حاليا ضمن حدود موازنة مختبرات الجامعة وذلك عن طريق توفير التمويل، إذا تطلب الأمر ذلك، عبر اتصال هذا المشرف بالأشخاص المستعدين للمساهمة في تحقيق هذا الهدف، وكذلك عن طريق تامين تعاون المختبرات الصناعية التي تملك الأجهزة اللازمة.
وكما فهمت فان ألمانيا قد أوقفت مبيع اليورانيوم من المناجم التشيكوسلوفاكية التي استولت عليها، واتخاذها لهذا الإجراء المبكر لربما يمكن فهمه على أساس أن ابن وكيل وزارة الخارجية الألمانية، فون فايتزاكر مرتبط بمعهد فيلهم كاليزر في برلين، حيث تتم إعادة بعض التجارب التي أجريت في أمريكا حول اليورانيوم.

المخلص **لكم**
**البرت آينشتاين**

# الهوامش

(1) Uncertainty Principle

# 11 جيل بعد جيل

كانت مدينة فيينا في القرن التاسع عشر، عاصمة لإمبراطورية ضمت العديد من الأمم واللغات وكانت مركزا شهيرا للموسيقى والأدب والفنون. أما العلم فقد كان أمرا تحوم حوله الشبهات في فيينا المحافظة وبخاصة علم الحياة، ولكن بشكل غير متوقع كانت النمسا أيضا مهدا لفكرة ثورية علمية (في مجال علم الحياة).

ففي جامعة فيينا القديمة تلقى مؤسس علم الوراثة وبالتالي كل علوم الحياة الحديثة قليلا من الثقافة الجامعية. وقد جاء مندل في مرحلة تاريخية من الصراع بين الطغيان وحرية الفكر وفي عام 1848، وقبل مجيئه للجامعة بقليل نشر شابان في لندن البعيدة بيانا باللغة الألمانية يبدأ بالعبارة التالية: «الشبح يحوم حول أوربا» ذلك هو شبح الشيوعية.

وبالطبع لم يبدأ كارل ماركس وفريدريش انجلز الثورات في أوربا بالبيان الشيوعي، ولكنهما أعطيا الثورات الصوت؟ صوت العصيان والثورة، وهكذا اجتاحت أوربا موجة من النقمة والسخط ضد آل بوربون وآل هابسبرغ، والحكومات في كل مكان،

وعمت باريس الفوضى والاضطرابات في فبراير (شباط) 1848 وتبعتها فيينا وبرلين، وهكذا في ميدان الجامعة في فيينا وفي شهر آذار (مارس) احتج الطلاب وقاوموا رجال الشرطة، واهتزت الإمبراطورية النمساوية مثل غيرها، واستقال مترنيخ، وهرب إلى لندن وتنازل الإمبراطور عن عرشه.

إن الأباطرة يذهبون ولكن الإمبراطوريات تبقى، وكان الإمبراطور الجديد للنمسا شابا يافعا في الثامنة عشرة من عمره يدعى فرانز جوزيف، حكم كديكتاتور من العصور الوسطى إلى أن تحطمت الإمبراطورية المنهارة أثناء الحرب العالمية الأولى، ولا أزال اذكر فرانز جوزيف عندما كنت طفلا، فككل آل هابسبرغ كانت له شفة سفلى طويلة وفم كبير ممتلئ. وقد خلد تلك الصفة الفنان فيلاسكيز في رسمه للملوك الأسبان وكانت تلك صفة وراثية سائدة لكل أل هابسبرغ.

وعندما اعتلى فرانز جوزيف العرش سكتت الخطب الوطنية، وكان الخضوع تاما للإمبراطور الشاب وفي تلك الفترة انطلق ارتقاء الإنسان بهدوء في اتجاه جديد بوصول كريغور مندل إلى جامعة فيينا. وكان اسمه الأصلي يوهان مندل، وهو ابن مزارع وقد أطلق عليه اسم غر يغور، عندما أصبح راهبا، قبل دخوله الجامعة، بسبب الفاقة وقلة تحصيله الدراسي، وبقى مندل طول حياته يؤدي عمله كما يؤديه صبي مزرعة، وليس كما يؤديه أستاذ أو عالم طبيعي من علية القوم من معاصريه في إنجلترا، فقد كان عالما طبيعيا عمليا (كما لو كان يعمل في المطبخ والحديقة).

وقد انضم مندل للرهبنة كي يحصل على فرصة للتعلم، فقام رئيس ديره بإلحاقه بجامعة فيينا كي يحصل على شهادة رسمية ويصبح معلما، ولكنه كان عصبيا وطالبا غير لامع. وقد كتب عنه أستاذه الفاحص يقول: «انه ينقصه نفاذ البصيرة ويلزمه وضوح المعرفة». وأعطاه درجة الرسوب. ولم يكن أمام صبي المزرعة المتحول إلى الراهب من خيار إلا أن يترك الجامعة ويعود إلى عالم النسيان في دير الرهبان ببلدة برنو، في مورافيا التي هي الآن جزء من تشيكوسلوفاكيا.

وعندما عاد مندل خائبا فاشلا من فيينا عام 1853 كان في الواحدة والثلاثين من عمره. وكان قد أرسل إلى فيينا من قبل الجماعة لأوغسطينية التابعة للقديس توماس في برنو، وهي جماعة تعمل بالتعليم، ذلك إن سياسة

الحكومة النمساوية كانت أن يعلم الرهبان أولاد الفلاحين النابهين، وكانت مكتبة ذلك الدير مكتبة تعليمية اكثر منها مكتبة دير، لكن مندل فشل في أن يصبح مؤهلا للتعليم وبات عليه أن يقرر كيف يعيش بقية حياته معلما فاشلا أم ماذا؟ وقرر مندل أن يكون الصبي «هانسل» كما كانوا يسمونه في المزرعة وليس الراهب غريغور. وعاد بفكره إلى ما تعلمه وسحره في المزرعة: إلى النباتات.

وعندما كان مندل في فيينا تأثر بعالم الحياة الوحيد الذي كان قد قابله: فرانز أنغر وكان لأنغر وجهة نظر عملية محسوسة حيال أمور الوراثة تقوم على الاعتماد على الحقائق البحتة. إذ لم يكن يعتقد لا بقوى خفية ولا بعناصر روحية، وقرر مندل أن يكرس حياته للتجارب العلمية في علم الأحياء في ذلك الدير. وهي خطوة جريئة صامتة وسرية لان المطران في تلك المنطقة كان يرضى حتى السماح للرهبان بتعليم علم الحياة.

وبدأ مندل تجاربه بعد سنتين أو ثلاث سنوات من عودته من فيينا، أي حوالي عام 1856. ويقول في بحثه الذي كتبه بعد ذلك: إنه عمل مدة ثماني سنوات، والنبات الذي اختاره بكل عناية هو البازلاء واختار سبع خصائص في هذا النبات لمقارنة وراثتها: شكل البذرة... لونها الخ، وأخيرا طول الساق[1]. هذه الميزة الأخيرة هي التي اخترت إيضاحها الآن: طول الساق مقابل قصرها.

ونعمل التجربة بنفس الطريقة التي عملها بها مندل. إذ نبدأ بإنتاج هجين من الطويل والقصير، ونختار النباتين الأبوين كما حدد ذلك مندل:

«في تجارب من هذا النوع، ولكي نكون قادرين على التمييز بيقين، أجرينا تهجينا لنبات البازلاء الذي يبلغ طول ساقه 6 - 7 أقدام مع نبات بازلاء آخر قصير يتراوح طول ساقه بين 0,75 و1,5 قدم» ولكي نتأكد أن النبات قصير الساق لا يخصب نفسه فقد قطعنا أعضاء التذكير منه ثم لقحناه صناعيا من النبات الطويل الساق.

وتأخذ عملية الإخصاب مجراها. فتنمو أنابيب حبيبات الطلع إلى البويضات وتنزل نوى حبيبات الطلع (المماثلة للحيوانات المنوية في الحيوانات) في أنابيبها إلى أن تصل البويضات كما تفعل في أية حبة بازلاء أخرى مخصبة وتبدأ قرون البازلاء بالتكون والنمو ولكنها بالطبع لا تبدي شكلها

أو صفتها إلا فيما بعد.

بعد ذلك تزرع بذور البازلاء التي نحصل عيها من هذه القرون. ولا يلاحظ في بداية الأمر أي فرق بين تطور نموها وتطور نمو بذور أي نبات بازلاء مخصب طبيعيا، ولكن رغم أن هذا هو الجيل الأول فقط من هذا الهجين، إلا أن مظهره الخارجي عندما يكتمل نموه سيكون اختبارا لوجهة النظر التقليدية حول الوراثة التي كان يعتنقها علماء النبات آنذاك، وظلوا عليها بعد مندل لفترة طويلة. وكانت وجهة النظر التقليدية هذه تقول بأن صفات النباتات الهجينة تقع وسطاً بين صفات الوالدين، وكانت وجهة نظر مندل مختلفة عن ذلك تماما، وقد زاد على ذلك انه تكهن بنظرية لتعليل ذلك.

فقد خمَّن مندل أن أية صفة بسيطة يتحكم بها جسيمان (ندعوهما الآن عوامل الوراثة أو الجنات) ويساهم كل والد بأحد هذين الجسيمين، فإذا كان الجسيمان مختلفين فسيكون أحدهما مسيطرا والآخر كامنا أو مستترا. فأين نبات البازلاء الطويل الساق مع نبات قصير الساق هو الخطوة الأولى لمعرفة صحة ذلك. وانظر النتيجة! فالجيل الأول الناتج عن الذين، عندما يكتمل نموه، يتألف كله من نباتات طويلة الساق وبلغة علم الوراثة الحديث، فان صفة الطول سائدة ومسيطرة على صفة القصر إذن ليس صحيحاً أن الهجائن تكون وسطا بين طول الوالدين لأنها كلها تكون نباتات طويلة.

والآن إلى المرحلة الثانية وهي تكوين الجيل الثاني كما فعل مندل. فنخصب أفراد الجيل الأول المهجن فيما بينها إخصابا ذاتيا، ونترك القرون تنمو ثم نزرع بذورها، فيتكون لدينا الجيل الثاني وعندما ينمو هذا الجيل نجد انه ليس متجانسا، فالأكثرية نباتات طويلة، ولكن عدداً منها لا بأس به قصير الساق، ويمكن حساب نسبة عدد النباتات القصيرة إلى المجموع من تخمين مندل حول الوراثة، فإذا كان مندل على صواب فان كل هجين من الجيل الأول يحمل عاملي وراثة للطول والقمر: أحدهما سائد والآخر كامن، ولذلك ففي أي تزاوج من بين أربع مزاوجات بين أفراد الجيل الأول مجتمع مورثان كامنان معا، وتكون النتيجة أن نبتة واحدة يجب أن تكون قصيرة بين كل أربع نبتات، وهذا هو واقع الأمر إذ انه في الجيل الثاني توجد نبتة

قصيرة واحدة من كل أربع نباتات، وتكون الثلاث الباقية طويلة. وتلك هي النسبة الشهيرة «واحد من أربعة أو واحد إلى ثلاثة» التي ترتبط باسم مندل، وبحق كذلك، كما جاء في تقرير مندل:

«من بين 1064 نبتة كانت الساق طويلة في 787 وقصيرة في 277 منها. أي بنسبة 84,2 إلى 1. والآن لو جمعنا نتائج جميع التجارب نجد أن نسبة النباتات ذات الصفات السائدة إلى النباتات ذات الصفات الكامنة تبلغ متوسطا قدره (98,2) إلى (1) أو 3 إلى 1. و يبدو واضحا الآن أن النباتات الهجينة تنتج بذورا لها صفة أو أخرى من صفتين مميزتين. وينتج من نصف هذه البذور نباتات هجينة مرة أخرى، بينما ينتج من النصف الآخر نباتات نقية تبقى ثابتة إذ تأتيها الصفات السائدة أو الكامنة بأعداد متساوية».

ونشر مندل نتائجه عام 1866 في مجلة جمعية التاريخ الطبيعي في برنو. ولكن النتيجة كانت رأساً النسيان. فلم يأبه أحد (بما نشر) كما لم يفهم عمله أحد. وحتى عندما كتب إلى كارل نيغلي، وهو شخصية علمية مرموقة في هذا الميدان (رغم كونه متعجرفا)، كان من الواضح أن نيغلي لم تكن لديه أية فكرة عما يتحدث عنه مندل. وبالطبع لو أن مندل كان عالماً محترفاً لكافح من أجل التعريف بنتائج عمله ولكان نشرب حثه بصورة أوسع في بريطانيا أو فرنسا، وفي مجلة يقرؤها علماء النبات وعلماء علم الحياة. وصحيح انه حاول إيصال نتائجه إلى بعض العلماء خارج بلاده بإرسال نسخ من بحثه هذا، ولكن ذلك كان عملية غير مضمونة النتائج نظراً لان البحث مجهول ومنشور في مجلة غير معروفة، على انه في عام 1868، أي بعد سنتين من نشر بحثه حصل لمندل شيء غير متوقع البتة. فقد انتخب رئيسا لدير الرهبان الذي يتبع له وقام مندل طوال بقية عمره بواجباته بحماس يشكر عليه واهتمام شديد بالتفاصيل: -

وقد أبلغ مندل العالم نيغلي أنه يأمل في الاستمرار في تجارب التهجين، لكن الشيء الوحيد الذي كان بوسع مندل أن يجري تجاربه عليه في ذلك الوقت كان النحل. وفي الواقع كان مندل تواقاً على الدوام إلى توسيع بحثه بحيث يشمل الحيوانات، وبالطبع لأنه مندل فقد كان يتمتع بمزيج من ثروة فكرية رائعة، وحظ عملي عاثر! وهكذا قام مندل بتهجين سلالة من النحل

أنتجت عسلا ممتازا، لكنها، و يا للأسف، كانت شرسة لدرجة أنها كانت تلدغ الناس على بعد أميال من الخلية! ولذا، كان لابد من إبادتها.

ويبدو أن مندل كان اكثر تمرسا فيما يطلب من الدير أن يدفعه من الضرائب من تمرسه في قيادته دينيا، وفي هذا إشارة خفية إلى أن شرطة الإمبراطور السرية كانت تنظر إليه كأنه شخص لا يوثق به ولا يعتمد عليه، وان تحت جبين رئيس هذا الدير يكمن الكثير من الفكر الخاص.

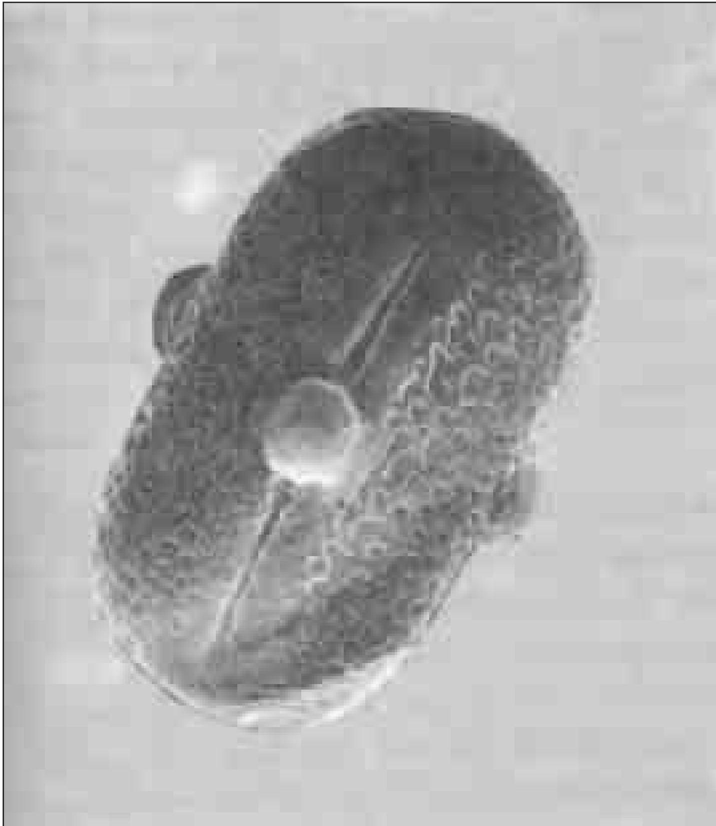
إن شخصية مندل أحجية فكرية، إذ لا يمكن لإنسان أن يفكر في هذه التجارب إلا إذا كان الجواب الذي سيحصل عليه واضحا في عقله. وإنها لحالة غريبة يجب إلقاء الضوء عليها.

فأولا ثمة نقطة عملية. إذ أن مندل قد اختار في ذلك الوقت سبع صفات مختلفة مميزة للبازلاء، مثل الطول مقابل القصر إلى آخر الصفات السبع. وفي الواقع فان للبازلاء سبعة أزواج من الصبغيات أو الكروموسومات، ولذلك يمكن اختيار سبع صفات مختلفة في عوامل وراثية كل زوج منها على واحد من الكروموسومات. ولكن هذا الرقم أكبر عدد يمكن للمرء أن يختاره. إذ لا يمكن أن نفحص ثماني صفات دون أن يكون اثنان من العوامل الوراثية على نفس الكروموسوم أو الصبغي، وبالتالي يكونان مرتبطين ولو بصورة جزئية. وفي ذلك الوقت، عندما كان مندل يقوم ببحثه، لم يكن أحد بعد قد سمع بالعوامل الوراثية وارتباطها، ولا بالصبغيات.

وبكل تأكيد يمكن أن يكون مندل قد أصبح رئيسا للدير بضربة قدر، ويمكن أن يكون الله قد اختار له كذلك، ولكن لا يمكن أن يكون له ذلك القدر من الحظ، (في تخمينه لذلك العدد)[2]. ولابد أن مندل كان قد أجرى عددا وافرا من التجارب وقام بالكثير من المشاهدات قبل أن يقوم ببحثه رسميا، وذلك كي يستطلع الأمر ويقنع نفسه أن سبع خصائص فقط - لا أكثر - يمكنه متابعتها بنجاح. وهناك نلمح ذلك العقل الجبار الرائع المختبئ وراء وجه مندل الخفي المليء بالأسرار، وفوق ذلك البحر الفكري العميق يطفو بحث مندل ومنجزاته الرائعة، ونرى ذلك بكل وضوح، نراه وراء ذلك البحث وذلك الإنجاز، ونرى ذلك في كل صفحة من مخطوطته وفي كل رمز جبري وفي الإحصائيات ووضوح العرض وكل شيء في علم الوراثة الحديث كما يعمل اليوم، ولكنه كان قد عمله قبل مائة عام شخص

مجهول.

وكان عند ذلك الإنسان المجهول الذي عمل كل ذلك إلهام بأن الصفات تنفصل - من جيل إلى جيل - بأسلوب يتمثل في أن يكون ذلك انفصالا كاملا أو لا يكون هناك انفصال. وقد أدرك مندل ذلك في وقت كان فيه علماء الحياة يعتبرونها بداهية أن ينتج الذين صفات وسطية بين صفات الوالدين. ولا نكاد نستطيع الافتراض بأن الصفة الكامنة (أو المنحسرة) لا تظهر أبدا، وبوسعنا التخمين بأنه في كل مرة لاحظ فيها العاملون في



لوحة رقم (32)

عملية الإخصاب تأخذ مجراها

صورة بالميكروسكوب الإلكتروني لغبارة طلع نبتة البازلاء.

ميدان تربية الكائنات الحية ظهر ذلك في هجين أهمل وأسقط، لأنهم كانوا مقتنعين تماما أن الوراثة تعمل بالمتوسطات.

ويحق للمرء أن يتساءل من أين حصل مندل على ذلك النموذج الفكري بأن تكون الوراثة إما شاملة أو لا تكون ؟ بالطبع لا أستطيع أن أنظر داخل رأس مندل، ولكنني أعتقد أنني أعرف الجواب! ذلك أنه يوجد نموذج منذ بداية الحياة، ولكنه من الوضوح والجلاء بحث إن أحداً من العلماء لم يفكر به، ولا يمكن أن يفكر به سوى طفل أو رجل دين قسيس. ذلك النموذج هو الجنس. فمنذ ملايين السنين والحيوانات تتصل ببعضها جنسياً، ولم يحصل أن أدى اتصال ذكر وأنثى من أي نوع حيواني، إلى إنتاج صفة وسطى بين الذكر والأنثى - الخنثى أو جنس غريب غير طبيعي. فهي تتكاثر منتجة إما ذكراً أو أنثى! وكذلك الأمر بالنسبة للإنسان الذي بدأ تكاثره منذ مليون سنة على الأقل، فإذا نتج ولا يزال ينتج عن ذلك؟ إما رجال أو نساء. مثل هذا النموذج الواضح من الوراثة الشاملة أو عدمها متمثلة في انفصال الصفات انفصالا تاماً أو اختفائها يجب أن يكون قد خطر بذهن مندل، بحيث إن تجاربه والنتائج اللاحقة انبعث عن هذا التفكير منذ البداية وبلورته.

وأظن أن الرهبان الآخرين عرفوا ما كان يعمله مندل، وأنهم لم يحبوا ذلك. كما أعتقد أن المطران - الذي وافق بعد تردد على تجارب مندل - لم يعجبه ذلك أيضاً، ولم يرق لهم جميعاً اهتمام مندل بعلم الحياة الجديد «مثل أبحاث داروين التي قرأها مندل وأعجب بها. وعلى العكس من ذلك كان زملاؤه التشيكيون، من الثوريين غير المهرة المحترفين الذين كان يؤويهم أحياناً في الدير مغرمين به حتى النهاية. وعندما مات مندل عام 1884، في الثانية والستين من عمره عزف المؤلف الموسيقي التشيكي العظيم ليوش يناتشك على الأورغن في جنازته. ولكن الرهبان انتخبوا رئيساً جديداً للدير، وكان من أوائل أعماله إحراق كل أوراق مندل الموجودة في ذلك الدير.

وهكذا ظلت تجربة مندل الرائعة في طي النسيان لأكثر من ثلاثين عاماً إلى أن أعاد بعثها عام 1900 عدة علماء بصورة مستقلة بعضهم عن بعض وعلى ذلك فإن اكتشافات مندل تنتمي عملياً إلى هذا القرن حين ازدهرت

دراسة علم الوراثة من مكتشفات مندل تلك. ودعنا نستهل الموضوع من بدايته فقد استمرت الحياة على الأرض منذ ثلاثة آلاف مليون عام أو يزيد. ولفترة تبلغ ثلثي تلك المدة تكاثرت الكائنات الحية عن طريق انقسام الخلية الثنائي. وكقاعدة أساسية يؤدي هذا الانقسام إلى إنتاج صغار تشبه تماماً الخلايا الأبوية التي تنقسم فتنتجها، ولا تظهر أشكال جديدة إلا في حالات نادرة فقط، عن طريق الطفرة. لذلك كان التطور خلال كل تلك الفترة غاية في البطء. ويبدو الآن أن أول كائنات حية تكاثرت عن طريق الجنس نباتات قريبة من الطحالب الخضراء. وحدث ذلك قبل أقل من ألف مليون عام. وهناك بدأ التكاثر الجنسي أولا في النباتات ثم في الحيوانات. وبسبب نجاح أسلوب التكاثر الجنسي منذ ذلك الوقت صار هذا الأسلوب معياراً حيوياً بحيث إننا. أصبحنا - مثلا - نُعرف نوعين معينين بأنهما مختلفان إذا كان أفرادهما لا يستطيعون التكاثر بعضهم من بعض.

فالجنس ينتج التنوع والتغاير، والتنوع هو الذي يدفع التطور نحو الأمام. وتسارع التطور هو السبب في وجود ذلك التنوع المذهل الذي نلاحظه الآن في شكل الأنواع ولونها وسلوكها.. وعلينا أن نعتبره مسئولا أيضاً عن الاختلافات بين أفراد كل نوع. كلى ذلك أصبح ممكناً بفضل ظهور الجنسين. وفي الواقع فإن انتشار الجنس في العالم الحيوي دليل - بحد ذاته - على أن الأنواع تتلاءم مع محيطها عن طريق الانتخاب والاختيار. ذلك أن الجنس لا يكون ضرورياً لو أن أفراد نوع ما أمكنهم أن يرثوا التغيرات المكتسبة التي يستطيعون بواسطتها التلاؤم مع البيئة بأنفسهم، وقد اقترح لامارك في نهاية القرن الثامن عشر ذلك الأسلوب الساذج من الوراثة الذي يعتمد على جنس واحد. ولكن لو كان ذلك موجوداً لكان من الممكن نقل الصفات ذاتها بأسلوب أفضل عن طريق انقسام الخلية انقساماً ثنائياً.

إن العدد «اثنين» رقم سحري. وهذا هو السبب في أن الاختيار الجنسي والغزل التزاوجي عمليتان متطورتان إلى حد عال في الأنواع المختلفة وتأخذان أشكالاً رائعة، روعة الطاووس (وهذا هو السبب في أن السلوك الجنسي يتكيف بدقة مع بيئة الحيوان. فلو استطاع سمك الغرونيون[3] أن يكيف نفسه بدون عملية الانتخاب الطبيعي لما تكبد مشقة الرقص على شواطئ كاليفورنيا كي يتوافق دور حضانة بيضه مع دورة القمر. وعندها لا

يكون الجنس ضرورياً لهذا السمك ولا لغيره من الأنواع غريبة التكيف. والجنس بحد ذاته أسلوب من أساليب اختيار الأنسب فذكور الأيائل لا تتعارك لتقتل بل لمجرد تأكيد حقها في اختيار الأنثى.

و ينتج التنوع في الشكل واللون والسلوك، في الأفراد والأنواع، عن ازدواج المراكز الوراثية، كما خمن مندل. ومن ناحية آلية العملية (أو ميكانيكيتها) تصطف المراكز الوراثية على طول الكروموسومات أو الصبغيات، التي لا ترى بالمجهر إلا عند انقسام الخلية فقط. ولكن المسالة المهمة ليست: كيف تترتب المراكز الوراثية؟ بل كيف تعمل؟ وهذه المراكز الوراثية مكونة من أحماض نووية، وهنا يحدث الفعل.

وقد اكتشفت كيفية انتقال «رسالة الوراثة» من جيل إلى آخر عام 1953، وهي أروع قصة من قصص المغامرات العلمية في القرن العشرين. وأفترض أن اللحظة الدرامية في هذه القصة كانت في خريف عام 1951، عندما وصل إلى جامعة كامبردج شاب يافع في العشرينات من عمره هو جيمس واطسون، وبدأ بحثه العلمي مع فرانسيس كريك، الذي كان في الخامسة والثلاثين. وكان هدف بحثهما كشف سر تركيب الحمض الريبي النووي منقوص الأكسجين، الذي يدعى اختصارا مركب DNA. وهذه المادة حمض نووي، أي حمض موجود في الجزء المركزي أو أنوية الخلايا. وكان قد أصبح واضحاً في السنوات العشر الماضية أن هذه الأحماض النووية هي التي تحمل رسالة الوراثة من جيل إلى جيل. وحول هذه الأحماض واجه الباحثين في كامبردج - وفي مختبرات أخرى بعيدة بعد كاليفورنيا - سؤالان: ما هي كيمياء هذا المركب؟ وما هي هندسته التركيبية؟

إن السؤال الأول عن كيمياء المركب يعني البحث عن الأجزاء التي تؤلف هذا الحمض، والتي يمكن بتغيير مواضعها تكوين أشكال مختلفة من هذه المادة. لقد كان هذا الأمر معروفاً تماماً، كان من الواضح أن مركب DNA يتألف من سكاكر ومركبات. فوسفاتية (يتحتم وجودها لأسباب تركيبية) وأربع جزيئات محددة صغيرة أو قواعد. اثنان من هذه القواعد صغيران جداً، وهما الثايمين والسيتوزين، و يتألفان من ذرات كربون ونيتروجين وأوكسبين، وهيدروجين، مرتبة وفق شكل هندسي سداسي. أما القاعدتان الأخريان الغوانين والأدنين فجزيء كل منهما أكبر نوعاً ما، وتنتظم الذرات

في كل منهما على شكل سداسي وخماسي متصلين معاً.

أما بالنسبة للهندسة التركيبية في جزيء مركب DNA فهي تعني التساؤل عن كيفية ترتيب القواعد الأربع بحيث يصبح جزيء مركب قادراً على التعبير عن العديد من وسائل الوراثة المتباينة، فكما أن أي بناء ليس كومة من الأحجار، كذلك فإن مركب DNA ليس كومة من القواعد. فما الذي يعطي هذا المركب ذلك التركيب، وبالتالي تلك الوظيفة ؟ وكان من الواضح آنذاك أن جزيء DNA عبارة عن سلسلة طويلة ممتدة تتصف ببعض الصلابة - و بالأحرى نوع من البلورات العضوية. كما كان يبدو محتملا أن يكون هذا الجزيء ذا شكل لولبي. ولكن السؤال كان: كم عدد اللوالب الموجودة على التوازي؟ هل هو واحد أو اثنان أو ثلاثة أو أربعة؟ وانقسم الرأي في ذلك إلى معسكرين رئيسيين. الأول يقول بوجود لولبين، والثاني يقول بثلاثة لوالب، وعندئذ في نهاية عام 1952 اقترح عبقري الكيمياء التركيبية لينوس بولنغ في كاليفورنيا نموذجاً ثلاثي اللوالب يكون العمود الفقري فيه مؤلفاً من السكر والفوسفات و يقع في المنتصف طولياً، أما القواعد فعلى جانبيه تمتد نحو الخارج في كل الاتجاهات.

ووصل بحث بولنغ إلى جامعة كامبردج في شباط (فبراير) من عام 1953، ومنذ الوهلة الأولى اتضح لواطسون وكريك أن ثمة خطأ في هذا النموذج.

وعندها قرر واطسون أن يؤيد النموذج ذا اللولب المزدوج، ولا نعرف السبب في هذا القرار وقد يكون نتيجة شعوره بوجود شيء خاطئ في نموذج بولنغ مما دفعه إلى إسقاط فكرة النموذج الثلاثي إلى الثنائي، كما قد يكون نتيجة عناد ورغبة في تجربة الفكرة الأخرى. ويقول واطسون بعد أن زار لندن وعاد إلى كامبردج:

«في الوقت الذي ركبت فيه دراجتي متوجهاً إلى الكلية، ودخلت من البوابة الخلفية، كنت قد قررت أن أبني نموذجاً من سلسلتين (لولبين). وعلى زميلي فرانسيس أن يوافق. فبالرغم من أنه فيزيائي إلا أنه يعرف أن الأشياء الحيوية الهامة تأتي مزدوجة».

وفعلا أخذ يبحث مع كريك عن تركيب يكون عموده الفقري ممتداً على الجانبين وليس في الوسط: أي كنوع من السلم اللولبي، الذي تربطه جزيئات

السكر والفوسفات كحاجز مزدوج لسلم لولبي. وكان هناك الكثير من المعاناة والنصب في التجريب على نماذج تقطع وتشكل لكي يريا كيف يمكن للقواعد الأربع أن توضع بين الحاجزين بحيث تكون كدرجات السلم في ذلك النموذج. وأخيراً بعد خطأ كثير بدا الأمر واضحاً جلياً دفعة واحدة.

«رفعت نظري ورأيت أن الداخل لم يكن فرانسيس، وبدأت بتبديل مواضع القواعد، مدخلا ومخرجاً إياها في العديد من الاحتمالات الازدواجية. وفجأة أدركت أن الأدنين والثايمين مرتبطان معاً برابطتين هيدروجينيتين يكونان شكلا مطابقا تماما لشكل زوج الغوانين والسيتوزين».

وبالطبع يجب أن تكون على كل درجة من درجات السلم اللولبي قاعدة صغيرة وقاعدة كبيرة. ولكن بنظام محدد وليس كيفما اتفق. فالثايمين يتوافق مع الأدنين وإذا كان ثمة سيتوزين فيجب أن يتوافق مع الغوانين. فالقواعد تسير أزواجاً، وفي كل زوج يقرر أحد الزوجين الزوج الآخر.

وهكذا فإن نموذج DNA سلم لولبي. وه ولولب يلتف للناحية اليمنى وكل درجاته متساوية الحجم، وعلى نفس بعد الواحدة عن الأخرى، كما تنعطف بنفس الزاوية: ست وثلاثين درجة زاوية بين درجات السلم المتعاقبة. وإذا كان جزيء السيتوزين في طرف إحدى درجات السلم فإن الغوانين يكون في الطرف الآخر. وكذلك الأمر بالنسبة لزوج القواعد الآخر. و يعني ذلك أن كل نصف من اللولب يحمل رسالة وراثية كاملة، وبذا يكون النصف الآخر على نحو ما زائدا وتكرارا.

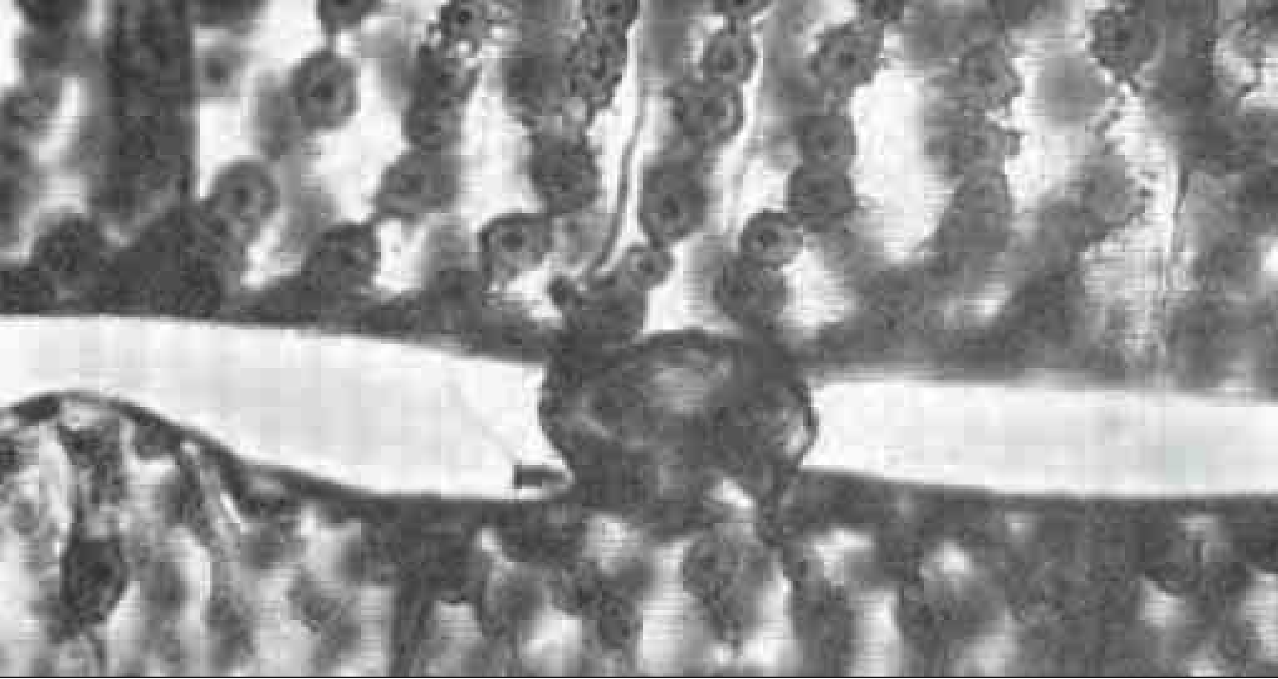
إن الدرجات في السلم اللولبي هي (الشيفرة) التي ستوجه الخلية، خطوة خطوة في عملية صنع البروتينات الضرورية للحياة. وفي الثاني من إبريل (نيسان) من عام 1953 بعث واطسون وكريك ببحثهما للنشر في مجلة الطبيعة Nature ووصفا في ذلك البحث هذا التركيب لجزيء DNA الذي اشتغلا فيه لمدة عام ونصف. وقد جاء في تعقيب جاك مونو، من معهد باستور ومعهد سالك على هذا البحث ما يلي:

«إن الثابت البيولوجي الأساسي هو مركب DNA. ولهذا فان تعريف مندل لمركز الوراثة (الجين) بأنه الحامل الدائم للصفات الوراثية، وتعريف أيغرى بأنه كيميائي الطابع (وتوكيد هرشي لذلك) ثم إيضاح واطسون وكريك للأسس البنائية لكيفية قيام هذا المركب بنسخ نفسه دون تغيير،

تعتبر أعظم الاكتشافات التي تحققت في علم الأحياء. وبالطبع يجب أن يضاف إلى هذه الاكتشافات الرائعة نظرية الانتخاب أو الاختيار الطبيعي، التي أكدتها وأوضحت أهميتها الكاملة هذه الاكتشافات نفسها». ويناسب نموذج مركب DNA هذا عملية نسخ الصفات التي هي أساسية بالنسبة للحياة، حتى قبل الجنس. فعندما تنقسم الحية ينفصل اللولبان. وتُثبت كل قاعدة مقابلها القاعدة الأخرى التي تترافق عادة معها. وهذا هو سبب التكرار الزائد في لولب DNA المزدوج: فلأن كل نصف يحمل رسالة الوراثة وتعليماتها بأجمعها، فان مركز الوراثة نفسه يُكثر نفسه من جديد عندما تنقسم الحالية. فالرقم السحري «اثنان» هنا هو الوسيلة التي تنقل بواسطتها الخلية هويتها الوراثية عندما تنقسم.

إن لولب جزيء DNA ليس نصباً تذكارياً. إنه تعليمات حية متحركة تُبلغ الخلية كيفية القيام بالعمليات الحيوية خطوة خطوة فالحياة تسير وفق جدول زمني، ودرجات لولب DNA هي التي تفسر شيفرة الوراثة وتأمر بالتتابع الذي يجب أن يسير وفقه هذا الجدول الزمني. وتقرأ آلية أو ميكانيكية الخلية رموز درجات السلم بالترتيب، واحدا بعد الآخر. فتتابع ثلاث درجات من لولب DNA يعمل كمؤشر للخلية كي تصنع حمضا أمينيا معينا، وعندما تتولد هذه الأحماض الأمينية بالترتيب تترتب وتترابط داخل الخلية مكونة البروتينات. وهذه البروتينات هي لَبِنات بناء الحياة في الخلية.

فكل خلية في الجسم - عدا خلايا الحيوانات المنوية والبويضات - لديها الإمكانات الكاملة لتكوين حيوان كامل. ذلك أن الحيوان المنوي والبويضة ليسا كاملين، إذ هما - أساسا - نصفا خليتين: ويحمل كل منهما نصف عدد مراكز الوراثة الموجودة في الخلية العادية. وأهمية ذلك تكمن في أنه عندما يخصب الحيوان المنوي البويضة تجتمع مراكز الوراثة الآتية من كل منهما، أزواجاً كما تنبأ مندل، وهكذا يتشكل العدد الكلي من التعليمات، مرة أخرى. فالبويضة الملقحة إذن خلية كاملة، وهي نموذج تُنسخ عنه كل خلية أخرى في الجسم. ذلك أن أية خلية في الجسم تتكون عن طريق انقسام بويضة ملقحة، وعلى ذلك فان كل خلية في الجسم تكون صورة طبق الأصل في تركيبها الوراثي للبويضة الملقحة.وكجنين الدجاج يحمل الحيوان تراث البويضة الملقحة طوال عمره.



لوحة رقم (33)

خلايا الطحلب الأخضر في طور الاندماج. ولقد قدمت أسلاف هذه الفصيلة أول دليل على التحام الخلايا لتشكيل البيضات المخصبة.

وعندما يتطور الجنين وينمو لتتميز الخلايا وتتخصص، فعلى امتداد الخط الظهري البدائي يبدأ تكون الجهاز العصبي. وتشكل كتل من الخلايا على طرفي هذا الخط الظهري العمود الفقري، ثم تبدأ الخلايا بالتخصص: خلايا عصبية، خلايا عضلية، خلايا النسيج الضام، خلايا دموية وأوعية دموية... الخ. ويحصل هذا التخصص لأن الخلايا قبلت تعليمات الـ DNA التي تقضي بوجوب صنع البروتينات المناسبة لقيام تلك الخلية بوظيفتها دون غيرها. ذلك هو الـ DNA في عمله.

إن المولود الصغير فرد متميز منذ الولادة. فازدواج مراكز الوراثة من كلا الوالدين يثير مجموعة من التنوعات، ويرث الطفل المواهب من كلا الوالدين، كما تجمع الصدفة هذه المواهب في ترتيب فريد جديد. وليس الطفل أسير وراثته، فهو يحمل هذه الوراثة كخلق جديد سوف تكشف أعماله المستقبلة عنها.

إن الطفل فرد متميز. أما النحلة فليست كذلك، ذلك أن ذكر النحل واحد من سلسلة من النسخ المتماثلة. وفي أية خلية نحل تكون الملكة هي الأنثى الوحيدة القادرة على الإنجاب. وعندما يلقحها الذكر وهما طائران في الهواء تختزن ما عنده من حيوانات منوية، ويموت هذا الذكر فإذا وضعت الملكة حيوانا منويا مع البويضة، أدى ذلك إلى تكون نحلة عاملة أنثى. أما إذا وضعت بويضة دون حيوان منوي تكون ذكر وهذا نوع من الولادة العذرية. إن هذا النظام فردوس دكتاتوري يسوده دوما الإخلاص و يكون دوما جامدا ثابتا. ذلك أن هذا الفردوس أغلق على نفسه باب مغامرة التنوع والتباين التي تدفع وتُغير الحيوانات الأعلى والإنسان.

ويمكن خلق عالم غير مرن كعالم النحل، بين الحيوانات الأعلى، وحتى عند الإنسان، عن طريق التكاثر الخلوي غير الجنسي(4)، أي عن طريق إقامة مجتمع من الحيوانات المتماثلة بدءا من خلايا مأخوذة من أحد الوالدين، لنبدأ مثلا من مجموعة مختلطة من البرمائيات مثل السمندر المكسيكي(5) ولنفترض أننا نريد تثبيت نوع واحد هو السمندر المرقط. فنأخذ بعض البيض من أنثى رقطاء، وننمي جنينا مقدراً له أن يكون أرقط. ثم نستخلص بعد ذلك من هذا الجنين عددا من الخلايا. ومن أي جزء من الجنين نأخذها تكون هذه الخلايا متماثلة في تركيبها الوراثي، ولكل منها

القدرة على النمو إلى حيوان كامل، وستبرهن طريقة عملنا على ذلك.

سنقوم بتجربة إكثار حيوانات متماثلة، واحدة من كل خلية. نحتاج أولا إلى حامل تنمو فيه الخلايا؛ وأي سمندر مكسيكي يمكنه القيام بذلك، ويمكن أن تكون أنثى السمندر البيضاء، فنأخذ بيضا غير مخصب من هذه الأنثى، ونستخرج النواة من كل بيضة. ثم نُدخل بعد ذلك في كل من هذه البيضات نواة خلية من خلايا الأب الأرقط المتماثلة. وتكون النتيجة أن تنمو هذه البيضات إلى مجموعة من السمندرات المرقطة المتماثلة تماما. وتنمو البيضات المتماثلة، المعالجة بهذه الطريقة، في نفس الوقت. وتنقسم كل بيضة في نفس اللحظة التي تنقسم فيها الأخريات مرة ومرتين وتستمر في الانقسام لتكوين الجنين. كل ذلك أمر طبيعي يتم تماما كما في كل بيضة في المرحلة التالية تصبح انقسامات الخلية الواحدة غير مرئية. و يتحول الجنين النامي إلى ما يشبه كرة المضرب الجوفاء وتبدأ بالانبعاج إلى الداخل. وتكون كل هذه العمليات متزامنة في كل الأجنة التي تكونت بهذه الطريقة.

وفي هذه المرحلة يتضح أن كل بيضة قد أصبحت جنيناً صغيرا وهكذا تفقس كل بيضة ويخرج منها سمندر صغير، ويحدث ذلك أيضا في نفس الوقت. وهكذا يصبح لدينا مجتمع منتظم صارم عسكري الطابع تطيع فيه الوحدات الأوامر بشكل متماثل، وفي ذات اللحظة.

وهكذا حصلنا أخيرا على مستعمرة من السمندرات، كل منها نسخة طبق الأصل عن والده، وكل منها أتى عن طريق ولادة عذرية (أي دون تلقيح جنسي) مثل ذكر النحل.

فهل يجب أن نصنع بشرا من هذا النوع ؟ أي عن طريق التكاثر الخلوي نسخا متماثلة من أم جميلة أو أب ذكي؟ كلا بالطبع. فأنا أعتقد أن التنوع والتباين هما أس الحياة. ويجب ألا نتخلى عن ذلك التنوع من أجل نوع أو شكل نجده جذابا ومغريا، حتى ولو كان جذابا من ناحية وراثية. فالتوالد بطريق التكاثر الخلوي تثبيت لشكل واحد، الأمر الذي يجرى ضد اتجاه تيار الخليقة بأجمعها، وبخاصة وفوق كل شيء الخليقة البشرية. فالتطور أساسه التنوع ويؤدي إلى التغاير. والإنسان بالمقارنة مع جميع الحيوانات، هو المخلوق الأكثر إبداعا وابتكارا لأنه يحمل و يعبر عن أعظم مخزن للتنوع. وكل محاولة لجعلنا متماثلين، بيولوجيا، أو عاطفيا، أو فكريا إنما

هي خيانة لتيار التطور الذي يقف الإنسان على قمته.

ومن حسن الحظ أننا غير متجمدين في نسخ متطابقة متماثلة. والجنس في النوع البشري متطور إلى حد عال. فالأنثى تتقبله في كل وقت، ولها ثديان دائمان، كما أنها تلعب دورا فعالا في عملية الاختيار الجنسي.

ومن الواضح أن للجنس سمة مميز خاصة جدا بالنسبة للبشر وله سمة حيوية خاصة. ولبيان ذلك لنأخذ معيارا محسوسا بسيطا لذلك: فنحن النوع الوحيد الذي تحصل فيه الأنثى على النشوة الجنسية. وهذا أمر يثير الانتباه، ولكنه كذلك فعلا. وهو دلالة على الحقيقة الواقعة بأنه بشكل عام تكون الفروق بين المرأة والرجل (بالمعنيين البيولوجي والجنسي) أقل بكثير مما هي عليه عند الأنواع الأخرى. و يبدو هذا قولا غريباً، ولكن الأمر واضح بالنسبة للغوريلا والشمبانزي حيث توجد فروق هائلة بين الذكر والأنثى. وبلغة علم الأحياء فان الاختلاف الشكلي بين الجنسين ضئيل في النوع البشري.

وهناك نقطة تقع على الحد بين علم الحياة والثقافة وهي فعلا مؤثر للتماثل في السلوك الجنسي بشكل بين واضح فنحن النوع الوحيد الذي يحدث فيه الاتصال الجنسي وجها لوجه،[6] وهو أمر عام شامل في كل الحضارات. وهذا الأمر كما أرى، تعبير عن مساواة عامة لعبت دورا هاما في تطور الإنسان، كما اعتقد، منذ عصر الحيوان الشبيه بالإنسان والعصر الحجري.

ولماذا أقول ذلك؟ لأن ثمة شيئا يجب علينا تفسيره. إذ علينا أن نوضح سرعة التطور الإنساني الذي تم في فترة لا تزيد عن مليون أو ثلاثة ملايين أو خمسة ملايين عام على الأكثر وهو تطور سريع للغاية. فالانتخاب الطبيعي لا يعمل بمثل هذه السرعة في الأنواع الحيوانية. فنحن البشر وفرنا لأنفسنا شكلا من أشكال الانتخاب خاصا بنا وحدنا. ذلك هو الانتخاب أو الاختيار الجنسي. فثمة دليل الآن على أن النساء يتزوجن رجالا مشابهين فكريا لهن، كما أن الرجال بالمقابل يتزوجون نساء مشابهات لهم فكريا. وإذا كان هذا التفضيل يعود حقا إلى أكثر من مليون عام فإنه يعني أن الاختيار بسبب المهارات كان دوما ذا أهمية بالنسبة للجنسين.

وأعتقد أنه حالما بدأ أسلاف الإنسان يستعملون أيديهم بمهارة وحذق

في صنع أدوات، وحالما أصبحوا أذكياء بحيث خططت عقولهم لهذا العمل، أصبح الأذكياء والمهرة يتمتعون بميزة مختارة. فقد كان باستطاعتهم الزواج من عدد أكبر من أفراد الجنس الآخر، وبالتالي إنجاب عدد من الأطفال أوفر من غيرهم وإطعامهم بصورة أفضل. فإذا كانت تصوراتي حول هذا الموضوع صحيحة استطعنا تفسير السبب في أن أصحاب الأنامل الماهرة الأشخاص السريعي البديهة، هم الذين سيطروا على التطور الحيوي (البيولوجي) للإنسان، ودفعوه نحو الأمام بهذه السرعة. كما تبين هذه التصورات كيف أن الإنسان حتى في تطوره البيولوجي كان مستشارا ومدفوعا بالموهبة الثقافية والقدرة على صنع أدوات والتخطيط لمجتمعه. وأعتقد أن هذا الأمر لا يزال يعبر عنه في العناية التي يوليها الأهل والمجتمع في كل حضارات بني الإنسان لترتيب عمليات جمع شاب وفتاة متوافقين صفات وإمكانات في رباط الزوجية.

ومع ذلك فلو كان هذا الأمر هو العامل الانتخابي الوحيد لكنا - نحن البشر - أكثر تجانسا بالتأكيد مما نحن عليه الآن. فما الذي يحفظ التنوع والتباين حيا بين المخلوقات البشرية؟ هذه نقطة حضارية. ويعود ذلك إلى أن في كل مجتمع ذي ثقافة تحوطات خاصة تحفظ بقاء هذا التنوع، وأبرز هذه الاحتياطات تحريم الزواج من المحارم (ذوي القربى الشديدة) في العالم كله (وكان التحريم قديما بالنسبة لرجل الشارع - ولم يكن ينطبق دائما على العائلات الملكية !). ويكون لهذا التحريم معنى ضبط إذا كان القصد منه منع سيطرة الذكور الأكبر سنا على مجموعة من الإناث وهو الأمر الذي يحصل في مجموعات القردة مثلا.

إن الانشغال في اختيار رفيق (أو رفيقة) الحياة من قبل الأنثى أو الذكر، أمر اعتبره صدى مستمراً للقوة الانتخابية الرئيسية التي تطورنا عن طريقها. فكل ذلك التواد والتلاطف، وطول فترة الخطوبة، وكل التحضيرات والتمهيدات للزواج الموجودة في كل الثقافات، كل ذلك تعبير عن الأهمية التي نوليها للصفات الدفينة في رفيق المستقبل. والأمور العامة الشاملة إذا امتدت لتشمل كل الحضارات، تكون نادرة الحدوث، ولكنها دليل ناطق. فنوعنا البشري نوع ثقافي، وأعتقد أن عنايتنا الفريدة بالانتقاء الجنسي قد ساعدت على تشكيل ذلك.



لود فيع بولتزمان مع زوجته هنرييتا عام 1875.



جون فون نويمان وزوجته كلارا، عام 1954.



الشاب نيلزبور مع خطيبته مرغريت.



ماكس بورن مع زوجته هيدفيع وابنهما في عطلة على الشاطئ، عام 1925.

## اللوحة رقم 34

إن انشغال كلا الجنسين-الذكر أو الأنثى-في اختيار الزوج، يعتبر صدى مستمر للقوة الاصطفائية الرئيسية التي تطورنا بواسطتها.



ماري كوري وزوجها بيير.



لوي باستور يملى على زوجته ماري، أثناء العطلة في منزل ريفي في بونت جيسكيه، عام 1865.



ألبرت آنشتاين عند وصوله إلى نيويورك مع زوجته الثانية الزا عام 1935 م.



جيمس والزابيث واطسون في منزل المؤلف في لايولا ،كاليفورنيا، وتلك قبل ثلاث ساعات من زواجهما

إن معظم الأدب العالمي، ومعظم فن العالم منشغل بموضوع «الشاب والفتاة» وننزع عادة إلى الظن بأن هذا الأمر إنما هو انشغال بالجنس ولا يحتاج لأي تفسير ولكنني أعتقد أن ذلك خطا . فعلى النقيض من ذلك، يعبر ذلك عن حقيقة أعمق، وهي أننا حريصون بشكل غير طبيعي في اختيارنا لمن سننجب منه الأطفال. فالجنس أداة بيولوجية ابتدعتها الطحالب الخضراء. غير أن الجنس - كأداة أساسية لارتقاء البشرية وتطورها الحضاري - ابتدعه الإنسان نفسه. والحب الروحي والحب الجنسي لا ينفصلان. وليس ثمة تعبير عن ذلك أفضل من قصيدة للشاعر جون دون، سماها «الوجد». وأورد هنا ثمانية أبيات من هذه القصيدة التي بلغت ثمانين بيتا:

**طوال النهار كانت جلستنا ذاتها،**

**ولم ننبس ببنت شفة، طوال النهار**

**لكن ويا للأسف، لماذا نتحمل أن تبقى**

**أجسادنا متباعدة، لهذا الوقت الطويل،**

**فهذا الوجد بسيط لا يريك ولا يحير**

**بل يخبرنا عما نحب ونشتهي**

**فغوامض الحب تنمو وتكبر في الروح والخيال**

**بيد أن الجسد يبقى كتابه المفتوح.**

# الهوامش

(1) بذور مستديرة في مقابل مجعدة عند نضجها، بذور صفراء في مقابل خضراء في القرن الموشك على النضج، أغلفة رمادية في مقابل بيضاء وهذه مرتبطة بأزهار قرمزية في مقابل بيضاء، قرون منتفخة في مقابل قرون نحيلة مختنقة في الوسط؟ قرون لونها قبل النضج أخضر في مقابل أصفر، وأزهار في آباط الأوراق في مقابل أن تكون في نهاية الساق، ونباتات سوقها طويلة في مقابل قصيرة. ز. ك.

(2) وتلك الصفات السبع بالذات التي تتوزع عواملها الوراثية على الكروموسومات (الصبغيات) السبعة: صفة على كل كروموسوم.ز.ك.

(3) سمك فضي الجانبين يعيش في المحيط الهادي قرب شواطئ كاليفورنيا ويخرج إلى الشاطئ عند اكتمال القمر بدراً لوضع البيض وإخصابه. ز. ك.

(4) Cloning

(5) Axolot

(6) يشاركه في ذلك بعض أنواع الحيتان ز. ك

# 12 الطفولة الطويلة الأمد

استهل المقالة الأخيرة هذه في آيسلندا لأنها مهد أقدم ديمقراطية في شمال أوربا. ففي المدرج الطبيعي في ثنغ فيلير، وهو خال من أية أبنية، كان يجتمع كل السكان الذين ينحدرون من أصل نوردي - مرة كل عام - لسن القوانين وتلقيها. وقد بدأ هذا التقليد حوالي عام 900 م، قبل وصول المسيحية إلى أيسلندا، وعندما كانت الصين إمبراطورية عظيمة، بينما كانت أوربا نهبا للأمراء والبارونات اللصوص. وكانت تلك البداية للديمقراطية ملفتة للنظر.

بيد أن هناك شيئا أكثر غرابة حول هذا الموقع الكثير الضباب القاسي الطقس. فقد اختير هذا المكان لأن المزارع الذي كان يملكه قتل - لا مزارعا آخر، - بل أحد العبيد، واعتبر هذا المزارع خارجا على القانون، جرى ذلك في الوقت الذي ندرت فيه العدالة الحقة في الحضارات التي كان فيها الرق أمرا شائعا، ومع ذلك فان العدالة أمر شائع في كل الحضارات، فهي حبل مشدود يمش عليه الإنسان متأرجحا بين ركبته في تحقيق أمانيه من جهة واعترافه بالمسئولية الاجتماعية من جهة أخرى،

وليس ثمة حيوان تواجهه تلك المعضلة، إذ أن الحيوان إما أن يكون اجتماعيا أو فرديا، أما الإنسان فانه الوحيد - من بين المخلوقات الحية - الذي يتطلع إلى أن تكون له هاتان الميزتان معا، أي أن يكون فرديا واجتماعيا في ذات الوقت. وبالنسبة لي تبدو هذه الصفة سمة بيولوجية فريدة، ذلك هو نوع المشكلة التي اهتم بها في دراستي للخصوصية البشرية، والتي سأناقشها الآن.

إن من المذهل أن نفكر أن العدالة جزء من التركيب البيولوجي للإنسان، ومع ذلك فان هذا التفكير ذاته هو الذي أخرجني من عالم الفيزياء إلى علم الحياة وعلمني منذ ذلك أن حياة الإنسان وبيته هما المكان الصحيح لدراسة تفرد الإنسان بميزاته البيولوجية.

ومن الطبيعي أن يكون العرف قد جرى على النظر إلى علم الأحياء على نحو مختلف، إذ يسود الاعتقاد بان أهم ما فيه هو التشابه بين الإنسان والحيوان، فمنذ القديم، وقبل عام 200 ق. م. درس جالينوس - أبو الطب القديم - ذراع الإنسان. وكيف فعل ذلك؟ بتشريح ذراع قرد. هكذا يجب البدء بالاعتماد حتما على شواهد من عالم الحيوان، وحتى الآن لا يزال العمل الرائع الذي قام به كونراد لورنتز حول السلوك الحيواني يحثنا على البحث عن أوجه الشبه بين البطة والنمر والإنسان، و يأتي بذات الأهمية البحث النفسي الذي أجراه سكينر على الحمائم والفئران، فهذه الأبحاث تعطينا بعض المعلومات عن الإنسان، ولكنها لا تستطيع أن تخبرنا بكل شيء، إذ لابد أن ثمة شيئا فريدا مميزا في الإنسان، وإلا لكان البط يحاضر حول لورنتز، ولكتبت الفئران أبحاثا عن سكينر.

ولنطرق الموضوع مباشرة دون لف ودوران، فبين الحصان والفارس العديد من الصفات التشريحية المشتركة، ولكن المخلوق البشري هو الذي يمتطي الحصان، وليس العكس. وراكب الحصان مثال ممتاز، لأن الإنسان لم يخلق لامتطاء الحصان، فليس ثمة دورات كهربائية داخل الدماغ تجعلنا ركاب خيل. فركوب الحصان اختراع حديث نسبيا عمره أقل من خمسة آلاف عام، ورغم ذلك فقد كان له تأثير هائل على بنيتنا الاجتماعية مثلا. إن مرونة السلوك الإنساني هي التي تجعل هذا الأمر ممكنا، وهذا ما يميزنا في مؤسساتنا الاجتماعية بالطبع، ولكنه قبل كل شيء - فيما أرى - يظهر

في الكتب. لأن هذه الكتب هي النتاج الدائم لمجموع اهتمامات العقل البشري، فأذكر هذه الكتب كما أذكر والدي. مثل ذلك اسحق نيوتن، ذلك الرجل العظيم الذي سيطر على الجمعية الملكية في مطلع القرن الثامن عشر، ووليام بليك كاتب «أغاني البراءة» في أواخر القرن الثامن عشر فهذان الشخصان منحيان للعقل الواحد وكلاهما يعبران عما يسميه علماء الحياة السلوكيون «مزايا النوع الخاصة».

كيف يمكن التعبير عن ذلك بشكل أبسط؟ لقد ألفت مؤخرا كتابا بعنوان «هوية الإنسان»[1] ولم أشاهد غلاف النسخة الإنجليزية إلى أن وصلني الكتاب مطبوعا، ومع ذلك أدرك الفنان ما كان يدور بخلدي تماما، إذ وضع على الغلاف صورة للدماغ ولوحة الموناليزا، الواحدة فوق الأخرى. وبين هذا العمل ما قاله الكتاب، فالإنسان ليس فريدا لأنه يحقق أعمالا فنية رائعة، بل لأن العلم والفن - على قدم المساواة - تعبيران عن مرونة عقله الرائعة. ولوحة الموناليزا ذاتها، مثال جيد جدا وذلك بسبب أن ما عمله ليوناردو دافنشي واهتم به طوال حياته كان رسم الصور التشريحية مثل لوحة «الطفل في الرحم» الموجودة ضمن المجموعة الملكية في وندسور، فعند الدماغ والطفل تماما تبدأ مرونة السلوك البشري.

وثمة شيء لدي عزيز المكانة: إنه قالب مصبوب لجمجمة طفل عمرها مليونا عام، هو طفل تونغ، وبالطبع فإنها ليست جمجمة بشرية بالضبط. فما الذي يميز دماغها الصغير عن دماغي؟ بكلمة بسيطة: الحجم - فدماغها لو كبرت ولم تمت طفلة لكان يزن ما يزيد قليلا عن رطل إنجليزي واحد (أي حوالي 452 غ)، أما دماغي - أعني الدماغ العادي الآن - فيزن حوالي ثلاثة أرطال إنجليزية (أي حوالي 13500 غ).

لن أتحدث عن تركيبات الخلايا العصبية، ولا عن كيفية انتقال التيارات الكهروعصبية باتجاه واحد في الأنسجة العصبية ولا حتى عن الدماغ القديم والدماغ الجديد، ذلك أننا نشارك في هذه الأمور العديد من الحيوانات. بل سأقصر حديثي على الدماغ، باعتباره الدماغ الخاص بالمخلوق الإنساني.

والسؤال الأول الذي نسأله هو: هل الدماغ البشري أفضل من حاسب إلكتروني (كمبيوتر)؟ أو هل هو أكثر تعقيدا من أي كمبيوتر؟ إن الفنانين

بصورة خاصة يميلون إلى الظن بأن الدماغ كمبيوتر؟ لذلك نجد أن تيري درهام في لوحته «دكتور برونوفسكي» استعمل رموز الطيف والكمبيوتر، لأن تلك هي الكيفية التي يتصور بها الفنان دماغ العالِم، وبالطبع فان ذلك التصور لا يمكن أن يكون صحيحا، إذ لو كان الدماغ عبارة عن كمبيوتر لكان باستطاعته أن يقوم بسلسلة من الأفعال المقررة مسبقا بتتابع ثابت غير مرن.

فعلى سبيل المثال، فكر في جزء جميل من سلوك الحيوان، وصفه صديقي دان ليرمان في بحثه عن تزاوج الحمام المطوق، فإذا هدل الذكر بالطريقة الصحيحة، وإذا انحنى أمام الأنثى بالطريقة الصحيحة أيضا، عندئذ تتفجر الأنثى إثارة وحبورا وتتدفق هورموناتها، وتقوم بسلسلة من الأفعال يكون أحدها بناء عش كامل. إن أفعال أنثى الحمام دقيقة في تفاصيلها وانتظام تتابعها، ولكنها أفعال عفوية لم تتعلمها الأنثى من قبل، ولذلك فهي أفعال ثابتة لا تتغير ولا يقوم الحمام المطوق أبدا بتغييرها. فلم يقدم أحد للحمامة أية مجموعة من مكعبات الأطفال كي تتعلم بها بناء العش، ولكنك لا تستطيع أن تجعل الإنسان يبني أي شيء إلا إذا تعلم وهو طفل أن يضع مجموعة من الأحجار والآجر أو المكعبات معا لتكون شكل بناء ما. تلك هي بداية البارثون، وتاج محل، وقبة السلطانية، وأبراج واتس وماشوبكشو والبنتاغون.

فنحن لسنا عقلاً حاسباً إلكترونيا (كمبيوتر) يتبع برامج معينة وضعت فينا عند الولادة. وإذا فرض وكنا نوعا من الآلة فنحن آلة تتعلم، وتقوم بالتعلم مناطق محددة في الدماغ. وهكذا ترى أن هذا الدماغ لم يزدد حجمه إلى ضعف أو ثلاثة أضعاف حجمه الأصلي فقط، بل نما أيضا في مناطق محددة تماما كالمنطقة التي تتحكم بحركة اليد مثلا، وفي منطقة التحكم بالكلام، وفي مراكز التحكم بالبصيرة والتخطيط. وسننظر تباعا في هذه الأمور.

لنتأمل اليد أولا، إن التطور الحديث للإنسان يبدأ - دون شك - مع تقدم تطور اليد، واختيار دماغ قادر بخاصة على استعمال اليد ببراعة، فنحن نشعر بالسعادة عندما ننجز عملا دقيقا بوساطة اليد. وهكذا فإن اليد - بالنسبة للفنان - تظل شعارا رئيسيا: فيد بوذا مثلا تمنح البشر هبة الإنسانية بإيماءة هادئة، وكذلك هبة الشجاعة. وكذلك أيضا بالنسبة للعالم يكون

لوحة رقم (35)

رسم تخطيطي للشريط الحركي من قشرة الدماغ الإنساني يظهر كثرة المناطق المسؤولة عن تحريك اليدين ومنطقتي فيرنيكه وبروكا في الجانب الأيسر من الدماغ وهما مسؤولتان عن الكلام.

لليد معنى خاص: ذلك أننا نستطيع مقابلة الإبهام مع بقية أصابع اليد. حسنا، ولك القرود تستطيع فعل ذلك أيضا. غير أن الإنسان هو الوحيد الذي يستطيع أن يقابل الإبهام - بدقة - مع السبابة. وتلك خاصة إنسانية فريدة يمكن القيام بها لأن هنالك منطقة خاصة في الدماغ البشري، هي من الكبر بحيث إن أفضل طريقة لوصف حجمها أن أقول: إن كمية المادة الرمادية الدماغية(2) المخصصة للتحكم بالإبهام أكبر من تلك المخصصة للصدر والبطن معا.

وأذكر - عندما كنت أبا حديث العهد - كيف كنت أسير على أطراف أصابعي باتجاه مهد ابنتي الأولى عندما كان عمرها أربعة أو خمسة أيام، أفكر وأنا أنظر إلى أناملها الغضة الرائعة، وفي المفاصل الكاملة لتلك الأصابع، حتى الأظافر الناعمة، ولا يمكن للإنسان - مهما كان بارعا ومتفوقا - أن يصمم ذلك بتفاصيله، ولا في مدى مليون عام. ولكن ما استغرق مليون عام هو أن تصبح اليد قادرة على التأثير في الدماغ، بحيث إن الدماغ يعيد التعليمات إلى اليد ويحفزها للعمل، أي لتصل اليد إلى وضعها الحالي من التطور ويحدث هذا في مكان في الدماغ محدد بدقة. وفي الواقع فان اليد بكاملها، تراقبها وتتحكم بها منطقة محددة من الدماغ تقع بالقرب من قمة الرأس.

لنأخذ بعد ذلك جزءا خاصا آخر في الدماغ الإنساني غير موجود بتاتا لدى الحيوانات وهو الجزء الخاص بالكلام، ويوجد هذا الجزء في منطقتين متصلتين من الدماغ البشري، المنطقة الأولى قريبة من مركز السمع، بينما تقع الثانية في الأماكن الأمامية العلوية من الفصين الجبهتين، فهل هذه المناطق مبرمجة مسبقا بمفهوم معين؟ نعم. ذلك أنه لو لم تكن مراكز الكلام سليمة كاملة لما استطعنا الكلام على الإطلاق، ومع ذلك فهل الكلام شيء ينبغي تعلمه ؟ نعم بالطبع. فأنا أتكلم الإنجليزية التي تعلمتها في سن الثالثة عشرة فقط. وما كنت لأتكلم الإنجليزية لو لم اكن تعلمت لغة من قبل. فلو تركنا الطفل دون تعلم أية لغة حتى سن الثالثة عشر لكان من المستحيل أن يتعلم أية لغة على الإطلاق. فأنا أتكلم الإنجليزية لأنني تعلمت اللغة البولندية في سن الثانية. ولقد نسيت كل كلمة بولندية تعلمتها ولكنني تعلمت (لغة)، فهنا - وكما في الهبات الإنسانية الأخرى - نجد أن الدماغ



لوحة رقم 36

الإنسان فقط يستطيع مقابلة الإبهام بدقة مع السبابة. لوحة ذاتية للفنان البرشت دورر.

مبرمج ليكون قادرا على التعلم.

ومناطق الكلام في الدماغ غريبة جدا من ناحية أخرى خاصة ببني الإنسان وحدهم، فمن المعلوم أن الدماغ الإنساني ليس متناظرا في نصفيه، ودليل ذلك واضح في ملاحظة أن الإنسان على نقيض الحيوانات، يتميز بأنه أيمن أو أعسر، كما أن مركز التحكم في الكلام موجود في جانب واحد من الدماغ، وهذا الجانب لا يتغير، فسواء كان الإنسان أعسر اليد أو أيمنها

فإن مركز الكلام بالتأكيد موجود في الجانب الأيسر غير أن هناك استثناءات، كما توجد استثناءات بالنسبة للقلب، حيث توجد بعض القلوب في الجهة اليمنى من الصدر، ولكن هذه الاستثناءات نادرة في الحالتين، أي إن مركز الكلام في النصف الأيسر من الدماغ بشكل عام. وماذا يقابل مركز الكلام في نصف الدماغ الأيمن ل؟ حتى الآن، لا نعرف بدقة ماهية عمل الجزء الأيمن من الدماغ المقابل لمنطقة الكلام الموجودة في الجزء الأيسر منه. ويظهر أن هذه المناطق اليمنى تأخذ ما يردها عن طريق العين - مخطط لعالم ذي بعدين على الشبكية - وتحوله أو ترتبه إلى صورة ثلاثية الأبعاد. فان صح ذلك، عندئذ يكون من الواضح، وفق وجهة نظري، أن الكلام أيضا وسيلة لتنظيم العالم في أجزائه المختلفة، ثم جمعها معا مرة أخرى كصور متحركة.

إن تنظيم التجربة والخبرة أمر بعيد النظر جدا في الإنسان، و يقع في منطقة دماغية ثالثة خاصة بالإنسان. والتنظيم الرئيسي في الدماغ موجود في الفصوص الجبهية والفصوص قبل الجبهية. فأنا، مثل أي إنسان آخر مثقف ومفكر لأن الدماغ يدفع لذلك، وعلى النقيض من ذلك نجد أن جمجمة تونغ لا يمكن أن يظن أحد بأنها جمجمة طفل مات حديثا، وأخطأنا فاعتبرناها احفورة متحجرة، ذلك أن جبهة جمجمة تونغ منحدرة نوعا ما وليست قائمة (كما هي في الإنسان).

ما هي مهمة الفصوص الدماغية الجبهية الضخمة بالضبط؟ من المحتمل أن تكون لها وظائف متعددة، بالتأكيد، ورغم ذلك تؤدي مهمة خاصة شديدة الأهمية، فهي تمكن الإنسان من التفكير في أعمال مستقبلية، ثم الانتظار لنيل الجائزة وقد أجرى والترهنتر حوالي عام 1910 تجارب جميلة على هذا الموضوع الذي يطلق عليه عادة اسم الاستجابة المتأخرة، ثم أتى جاكوبسن وصقل هذه التجارب في الثلاثينات من هذا القرن، وكانت تجارب هنتر كما يلي: فقد كان يأخذ جائزة ما ويريها للحيوان ثم يخبئها. وبينت التجارب التي أجريت على الفئران (حيوانات التجارب المخبرية المثلى) أن النتائج نموذجية. فإذا أخذنا فأرا وأريناه الجائزة ثم خبأناها وأطلقناه في الحال فانه يذهب رأسا إلى الجائزة المخبأة. ولكن إذا احتفظنا بالفأر لعدة دقائق فانه لا يعود قادرا على معرفة المكان الذي يجب أن يذهب إليه لأخذ

الجائزة.

ولكن الأطفال بالطبع يختلفون تماما عن الفئران في هذا المجال، فلقد أجرى هنتر نفس التجربة على الأطفال، ووجد أن بالإمكان الاحتفاظ بخمسة أو ستة أطفال منتظرين لمدة نصف ساعة وربما ساعة، والطريف في هذا الموضوع أنه كانت لدى هنتر فتاة صغيرة حاول أن يسليها ويحادثها بينما كانت تنتظر فما كان منها إلا أن قالت له في النهاية «لعلك تعلم أنني اعتقد أنك تحاول أن تجعلني أنسى!».

إن القدرة على تخطيط أعمال تكون الفائدة منها (الجائزة) بعيدة زمنيا عبارة عن تحوير للاستجابة المتأخرة، ويسمي علماء الاجتماع هذا الأمر «تأجيل الارتضاء». وهي ميزة أساسية للدماغ البشري لا يوجد ما يقابلها إلا بقلة قليلة جدا في أدمغة الحيوانات المتقدمة في سلم الرقي مثل القردة والقردة العليا، إن التطور الإنساني يعني أننا نهتم في التعليم المبكر اهتماما فعليا بعملية تأجيل اتخاذ القرارات، وهنا أقول شيئا يختلف عما يقوله علماء الاجتماع. إذ أنه يجب علينا أن نؤجل عملية اتخاذ القرار، حتى نجمع كمية كافية من المعرفة كتحضير وإعداد للمستقبل. ويبدو هذا القول شيئا غير عادي. ولكن ذلك هو حقيقة مرحلة الطفولة، وكذلك مرحلة البلوغ، وأيضا مرحلة الشباب.

هنا أريد أن أؤكد على عملية إرجاء القرار تأكيدا دراماتيكيا - وأنا اقصد هذه الكلمة حرفيا بكل ما تعنيه، فما هي المسرحية الدرامية الكبرى في الأدب الإنجليزي ؟ إنها هاملت، وحول ماذا تدور أحداث هذه الدراما الشهيرة؟ حول شاب يافع - حول فتى - يواجه بأول قرار عظيم في حياته. وهو قرار بعيد عن متناول يديه: أن يقتل قاتل أبيه. وانه لمن العبث أن يستمر الشبح في هذه المسرحية في حث هذا الفتى على الانتقام. فحقيقة الأمر أن هاملت - كشاب لم ينضج بعد - لم يكن ناضجا للقيام بالعمل المطلوب منه لا فكريا ولا عاطفيا. والمسرحية بأكملها عبارة عن تأجيل لا نهاية له للقرار، بينما هو يصارع نفسه.

وتأتي ذروة الدراما في منتصف الفصل الثالث. إذ يرى هاملت الملك وهو يصلي، و يبدو كما لو أن هاملت يسمع خلال صلاة الملك اعترافه باقتراف الجريمة، عندئذ يقول هاملت «الآن يمكنني أن أفعلها» ولكنه لا

يفعلها! أو ببساطة ليس مهيئا للقيام بعمل نن هذا الحجم وهو بعد صبي، ولذا يُغتال هاملت في نهاية المسرحية، لكن المأساة لا تكن في موت هاملت، بل في أنه يموت في الوقت الذي أصبح فيه مؤهلا كي يصبح ملكا عظيما.

ففي الإنسان قبل أن يكون الدماغ أداة عمل يجب أن يكون أداة تحضير وإعداد. ولتحقيق ذلك تقوم مناطق عديدة في الدماغ بالتطور، فالفصوص الجبهية - على سبيل المثال - يجب أن تكون سليمة غير معطوبة، ولكن الأهم من ذلك بكثير أن ذلك يعتمد على الإعداد الطويل السليم للطفل الإنساني.

وبعبارات علمية نحتفظ بصفات جنينية عندما نكبر، بمعنى أننا نولد من الرحم ونحن مازلنا أجنة. ويظهر أن هذا هو السبب في أن حضارتنا - التي هي حضارة علمية - تقدس فوق كل شيء آخر رمز الطفل منذ عصر النهضة، فهذا رافائيل يرسم المسيح طفلا، وهذا موتسارت الصغير وكذلك غاوس، وكذلك الأمر بالنسبة للأطفال في كتابات جان جاك روسو وروايات تشارلز ديكنز. ولم يخطر ببالي أن الحضارات الأخرى مختلفة إلا عندما أبحرت من كاليفورنيا جنوبا مسافة أربعة آلاف ميل إلى جزيرة الفصح، هناك صدمت للفارق التاريخي بين حضارتنا وحضارتهم.

وفي مرات متكررة عبر العصور يخترع أحد ذوي البصيرة والنظر الثاقب مكانا مثاليا جديدا: أفلاطون، توماس مور، هـ. ج. ويلز، وتكون الفكرة دوما وراء ذلك، إن الصورة البطولية سوف تدوم ألف سنة كما قال هتلر. ولكن الصور البطولية تكون دائما شبيهة بوجود الأجداد في المشذبة والميتة في التماثيل الحجرية الموجودة في جزيرة الفصح، إن ذلك ليس خلاصة الشخصية الإنسانية، حتى بالمفهوم البيولوجي، فالإنسان - بيولوجيا - متغير حساس، قابل للتحول عن طريق الطفرات، متلائم مع العديد من البيئات المختلفة، ومتحرك وليس ساكنا. والرؤية الحقيقية للإنسان تتمثل في ذلك الطفل المعجزة والعذراء والعائلة المقدسة.

وعندما كنت فتى في سن المراهقة، اعتدت أن أمشي بعد ظهر أيام السبت من الطرف الشرقي في لندن إلى المتحف البريطاني، كي انظر إلى ذلك التمثال الوحيد من جزيرة الفصح، الذي لم يضعوه داخل المتحف لسبب ما. وهكذا فإنني مغرم بوجوه السلف القديمة هذه. ولكن كل هذه التماثيل لا تساوي في النهاية وجه طفل غموز.

إذا كان الحماس قد أخذني بقولي ذلك عن جزيرة الفصح فذلك لسبب، ففكر في مقدار الاستثمار الذي استثمره التطور في دماغ الطفل. فدماغي يزن ثلاثة أرطال إنجليزية، بينما يزن جسمي خمسين ضعفاً لذلك. ولكن عندما ولدت كان جسمي مجرد طرف مرتبط بالرأس، إذ لم يكن جسمي يزن أكثر من أربع أو خمس مرات وزن دماغي. وخلال أغلب فترات التاريخ تجاهلت الحضارات على اختلافها تلك الإمكانات الكامنة الهائلة. وفي الواقع فإن أطول طفولة كانت طفولة الحضارة التي احتاجت وقتا طويلا لإدراك هذه الحقيقة.

ففي معظم فترات التاريخ كان يُطلب من الأطفال أن يتطابقوا مع صورة الكبار، لقد تنقلنا مع قبائل البختياري في إيران في هجرتهم الربيعية، وكما رأينا فان هؤلاء القوم قريبون، كقرب أي أناس في الحضارات الزائلة من حياة الإنسان المتنقل الذي عاش على الأرض قبل عشر آلاف سنة، وهم رغم أنهم يعيشون فعلاً الآن إلا أنهم في الطريق الإنسانية الزوال. ويرى المرء هذا الأمر واضحا بيِّنا في كل تلك الطرق الحياتية القديمة، أنها صورة الشخص البالغ الراشد تلتمع في أعين الصغار. فبنات البختيار أمهات صغيرات، في طريق التكون. أما الأولاد فرعاة صغار وهم يسلكون ويتصرفون مثل والديهم.

وبالطبع فإن التاريخ لم يقف جامدا بين مرحلة إلا الهائم المتنقل، ومرحلة عصر النهضة. فارتقاء إلا لم يتوقف أبداً. ولكن ارتقاء الصغار ارتقاء الموهوبين، وارتقاء أصحاب الخيال الواسع، هو الذي توقف عدة مرات بين هاتين المرحلتين.

وبالطبع كانت هنالك حضارات غابرة عظيمة، فمن أنا كي أقلل من شأن حضارات مصر والصين والهند، وحتى أوربا في العصور الوسطى؟ ولكن رغم عظمة هذه الحضارات فقد فشلت جميعا في اختبار واحد، ذلك أنها جميعا حدت من حرية الخيال عند الصغار إنها حضارات جامدة راكدة، حضارات الأقلية. وهي حضارات جامدة لان الابن كان يفعل ما كان يفعله أبوه، والأب كذلك فعل ما كان يفعله الجد، وهي حضارات الأقلية لأن جزءا ضئيلا فقط من كل تلك الموهبة التي أنتجتها البشرية استعمل بصورة فعلية. فالأقلية تعلمت القراءة والكتابة وتعلمت لغة أخرى، وصعدت ببطء

شديد سلم الترقي.

ففي العصور الوسطى كان سلم الترقي من خلال الكنيسة، إذ لم يكن ثمة سبيل آخر أمام الصبي الفقير الذكي للصعود اجتماعيا، وعند نهاية السلم كانت هنالك دوما تلك الأيقونة المقدسة التي تقول: «ها قد وصلت الآن الإنسانية الوصية العاشرة التي تقول: - عليك أن تكف عن التساؤل».

مثال ذلك أنه عندما أصبح إراسموس يتيما عام 1480، كان عليه أن يعد نفسه لمهنة كنسية. وكانت الطقوس الكنسية جميلة بالقدر التي هي عليه الآن، ويمكن أن يكون إراسموس قد اشترك في قداس التسبيح المثير في القرن الرابع عشر وقد سعت هذا القداس في كنيسة أقدم من تلك التي شارك إراسموس بالقداس فيها، ولكن حياة الرهبان كانت بالنسبة لإراسموس بابا حديديا موصدا في وجه المعرفة، ولم يفتح العالم أبوابه لإراسموس إلا عندما قرأ الكعب الكلاسيكية لنفسه، متحديا بذلك أوامر الكنيسة. يقول إراسموس: «كتب هذه. الكتب وثني لوثني آخر، ومع ذلك ففيها العدل والقداسة والصدق، وكدت أفشل في منع نفسي من القول: أيها القديس سقراط، صل من أجلي».

اتخذ إراسموس من السير توماس مور في إنجلترا ويوهان فروبينيوس في سويسرا صديقين مدى الحياة. وحصل من مور ما حصلت عليه عندما أتيت إنجلترا أول مرة الشعور بالسرور برفقة العقول المتمدنة. أما من فروبينيوس فقد أخذ معنى قوة الكتاب المطبوع. فقد كان فروبينيوس وعائلته أصحاب اكبر مطبعة للكتب الكلاسيكية بما في ذلك الكتب الكلاسيكية في الطب، في القرن السادس عشر وأعتقد أن النسخة التي طبعوها عن أعمال أبو قراط الطبية إحدى اجمل الكتب التي طبعت على الإطلاق. ففي هذا الكتاب نلمس شعور السعادة لدى الطابع محفورا على صفحات الكتاب بذات قوة المعلومات التي يحويها بين دفتيه.

ما هو المغزى من هؤلاء الأشخاص الثلاثة وكتبهم - أعمال أبو قراط الطبية، و«المجتمع الأمثل» لتوماس مور، و«مدح الحماقة» لإراسموس ؟ أعتقد أن هذه هي ديموقراطية الفكر وهذا هو السبب في أن إراسموس وفروبينيوس ومور راسخون في مخيلتي شواهد شامخة مميز لعصرهم. إن ديموقراطية الفكر تأتي من الكتاب المطبوع، والمشكلات التي أثارتها هذه

الديموقراطية منذ عام 1500 استمرت حتى مظاهرات الطلاب في عصرنا الحاضر. وما هو سبب موت السير توماس مور؟ لقد مات لأن مليكه اعتقد بأنه يريد التحكم بالسلطة. وكل ما أراده مور وما أراده إراسموس، وما يريده كل مفكر مثقف، هو أن يكون حارسا للاستقامة والنزاهة.

وثمة صراع أزلي بين القيادة الفكرية وبين السلطة المدنية. وفد تفهمت كم هو قديم وكم هو مرير هذا الصراع عندما لاحت لي القدس في الأفق، وأنا في طريقي إليها من أريحا، وهو نفس الطريق الذي سلكه المسيح في رحلته الأخيرة؟ ذلك أن المسيح عيسى بن مريم كان عندئذ القائد الفكري والأخلاقي لشعبه، ولكنه كان يواجه مؤسسة، الدين فيها مجرد فرع من الحكومة. تلك مأساة الاختيار التي واجهها كثير من القادة مرات ومرات: سقراط في أثينا، جوناثان سويفت في ايرلندا موزعا بين الشفقة والطموح، المهاتا غاندي في الهند وألبرت آينشتاين عندما رفض رئاسة إسرائيل.

وقد ذكرت اسم آينشتاين هنا عن قصد، لأنه كان عالما، والقيادة الفكرية في القرن العشرين معقودة للعلماء. وهذا الأمر يضعنا أمام مشكلة خطيرة، لأن العلم أيضا مصدر من مصادر القوة، يسير بالقرب من الحكومة، التي تريد - من جانبها - أن تخضعه لسيطرتها.

ولكن إذا سمح العلم لنفسه أن يسلك ذلك السبيل، فإن معتقدات القرن العشرين ستنهار إلى الأنانية، وسنصبح بدون معتقد.. لأنه لا يمكن إقامة أية معتقدات في هذا القرن، إذا لم يكن أساسها العلم باعتباره اعترافاً بتميز الإنسان وفخراً بمواهبه وإنجازاته. ولا يهم العلم أن يرث الأرض، ولكن يهمه أن يرث الخيال الأخلاقي.. فبدون ذلك سيندثر الإنسان والمعتقدات والعلم جميعاً.

# الهوامش

(1) The Identity of Man

(2) الخلايا العصبية في الدماغ

**المؤلف في سطور:**

**د. جاكوب برونوفسكي**

* ولد في بولندا عام 1908، لكنه انتقل مع أسرته إلى بريطانيا حيث استقر فيها وتعلم في مدارسها ومعاهدها إلى أن تخرج في جامعة كامبردج متخصصا في الرياضيات. وقد ركز اهتمامه فيما بعد على العلوم وبخاصة علم الأحياء.

* يعد أحد الباحثين الموسوعيين القلائل، فقد ألف بالإضافة إلى الرياضيات والعلوم في مجال الفنون والانثروبولوجيا، وله في ذلك الكثير من الكتب والدراسات والأحاديث والحلقات التليفزيونية والإذاعية. هذا، فضلا عن كونه أحد علماء البيولوجيا البارزين.

* كان عضوا في عدة جمعيات علمية وزميلا فخريا في كلية يسوع بجامعة كامبردج.

* عمل في أمريكا منذ عام 1964 كزميل أول ومدير لمجلس جمعية علم الأحياء في الشئون الإنسانية، وهو مجلس منبثق عن مؤسسة سالك للدراسات الحيوية.

* من مؤلفاته: دفاع الشاعر- وليام بليك وعصر الثورة-العلم والقيم الإنسانية-حوار جديد حول أنظمة الكون.

* توفى عام 1974.

**المترجم في سطور:**

**د. موفق شخاشيرو**

* ولد في دمشق عام 1932.

* تخرج في كلية العلوم جامعة دمشق.

* حصل على درجة الدكتوراه في الكيمياء من الولايات المتحدة عام 1965.




**الرواية الروسية**

**في القرن التاسع عشر**

تأليف: مكارم الغمري

* خلال الفترة من عام 1972 حتى عام 1976 أعير من جامعة دمشق لجامعة الكويت حيث عمل أستاذا لمادة الكيمياء لكلية العلوم.

* حصل على درجة الدكتوراه في الكيمياء من الولايات المتحدة الأمريكية عام 1965.

* شارك في الكثير من المؤتمرات الدولية والإقليمية في مجال العلوم والكيمياء التي عقدت داخل الجمهورية العربية السورية وخارجها.

* ترجم وألف العديد من الأبحاث في مجال العلوم بوجه عام والكيمياء بوجه خاص، وقد نشر معظمها في كبريات الدوريات والصحف العربية المتخصصة.

**المراجع في سطور:**

**زهير محمود الكرمي**

* من مواليد عام 1922 ودرس في الجامعة الأمريكية في بيروت والكلية الإمبراطورية للعلم والتكنولوجيا في لندن.

* عمل بعد تخرجه في التربية والتعليم وتدرج فيها حتى منصب الموجه العام للعلوم.

* استقال من عمله في التربية ليعمل في قطاع الصناعة التكنولوجي مديراً عاما ومستشاراً.

* أشرف على تطوير مناهج العلوم أكثر من مرة وشارك في مؤتمرات دولية عديدة في مجال تعليم العلوم وإدخال التكنولوجيا للمجتمعات النامية.

* ألف مع آخرين أكثر من 55 كتاباً علمياً لمدارس التعليم العام ومعاهد المعلمين كما ترجم لليونسكو كتاب «المرجع في تعليم الجغرافية».

* أنشأ المتحف العلمي في الكويت عام 1972، ويعد ويقدم منذ عام 1964 برنامج العلم والحياة الذي يبث في أكثر من قطر عربي.

* ألف كتاب «العلم ومشكلات الإنسان المعاصر» في سلسلة عالم المعرفة وراجع كتاب «الكون والثقوب السوداء» وعمل مقرراً للجنة العلمية في فريق المستقبليين في الكويت، وله ثلاثة أبحاث منشورة في هذا المجال.